

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1922

N°

THÈSE

107

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

André MOURGEON

né à Boulton (Haute-Saône), le 6 avril 1893

ÉTUDE OSCILLOMÉTRIQUE

DE LA

TENSION ARTÉRIELLE

suivant les attitudes, avant et après l'exercice

Travail du Laboratoire de Physiologie appliquée à l'Éducation Physique
de la Faculté de Médecine de Paris

Président : M. le Professeur Ch. RICHET
Membre de l'Institut

BESANÇON

IMPRIMERIE DE L'EST

107

ÉTUDE OSCILLOMÉTRIQUE
DE LA
TENSION ARTÉRIELLE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551423_0036

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1922

N°

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

André MOURGEON

né à Boulton (Haute-Saône), le 6 avril 1893

ÉTUDE OSCILLOMÉTRIQUE

DE LA

TENSION ARTÉRIELLE

suivant les attitudes, avant et après l'exercice

Travail du Laboratoire de Physiologie appliquée à l'Éducation Physique
de la Faculté de Médecine de Paris



Président : M. le Professeur Ch. RICHET
Membre de l'Institut

BESANÇON

IMPRIMERIE DE L'EST

LE DOYEN : M. ROGER.

PROFESSEURS :

	MM.
Anatomie	NICOLAS.
Anatomie médico-chirurgicale	CUNÉO.
Physiologie	CH. RICHET.
Physique médicale	ANDRÉ BROCA.
Chimie organique et chimie générale	DESGREZ.
Bactériologie	BEZANÇON.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	MARCEL LABBÉ.
Pathologie médicale	RENON.
Pathologie chirurgicale	LECÈNE.
Anatomie pathologique	LETULLE.
Histologie	PRENANT.
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET.
Thérapeutique	CARNOT.
Hygiène	BERNARD.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	MÉNÉTRIÉR.
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER.
Clinique médicale	ACHARD.
	WIDAL.
	GILBERT.
	CHAUFFARD.
Hygiène et clinique de la première enfance	MARFAN.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	N***
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	JEANSELME.
Clinique des maladies du système nerveux	P. MARIE.
Clinique des maladies contagieuses	TEISSIER.
Clinique chirurgicale	DELBET.
	LEJARS.
	HARTMANN.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique	DE LAPERSONNE.
Clinique des maladies des voies urinaires	LEGUEU.
Clinique d'accouchements	BAR.
	COUVELAIRE.
	BRINDEAU.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile	AUGUSTE BROCA.
Clinique thérapeutique	VAQUEZ.
Clinique oto-rhino-laryngologique	SEBILEAU.
Clinique thérapeutique chirurgicale	DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGEANT.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.	MM.	MM.	MM.
ABRAMI	DUVOIR	LARDENNOIS	RATHERY
ALGLAVE	FIESSINGER	LE LORIER.	RETTETTER
BASSET	GARNIER	LEMIERRE	RIBIERRE
BAUDOUIN	GOUGEROT	LEQUEUX	RICHAUD
BLANCHETIÈRE	GRÉGOIRE	LEREBoullet	ROUSSY
BRANCA	GUÉNIOT	LÉRI	ROUVIÈRE
CAMUS	GUILLAIN	LÉVY-SOLAL	SCHWARTZ
CHAMPY	GUILLEMINOT	MATHIEU	TANON
CHEVASSU	HEITZ-BOYER	METZGER	TERRIEN
CHIRAY	JOYEUX	MOCQUOT	TIFFENEAU.
CLERC	LABBÉ (HENRI)	MULON	VILLARET
DEBRÉ	LAIGNEL-LAVASTINE	OKINCZYC	
DESMAREST	LANGLOIS	PHILIBERT	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

Témoignage de vive affection et
de profonde reconnaissance.

A LA MÉMOIRE

DE MON FRÈRE PAUL MOURGEON

Sapeur au 7^e Bataillon du 4^e Génie

MORT POUR LA FRANCE

LE 17 FÉVRIER 1915

A MON FRÈRE ET A MA BELLE-SŒUR

A TOUS MES PARENTS

A TOUS MES AMIS

A MES MAÎTRES DE BESANÇON
MM. LES DOCTEURS PRIEUR, *Directeur de l'École de Médecine*,
MANDEREAU, L. CHAPOY, GAUDERON,
TISSERAND, E. LEDOUX ET R. CHAPOY.

A MES MAÎTRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DES HÔPITAUX DE PARIS
en particulier :

A MONSIEUR LE DOCTEUR PROUST
Professeur agrégé de la Faculté de Médecine
Chirurgien de l'Hôpital Tenon
Chevalier de la Légion d'Honneur

A MONSIEUR LE DOCTEUR CLAISSE
Médecin de l'Hôpital Laënnec
Officier de la Légion d'Honneur

A MONSIEUR LE DOCTEUR LE LORIER
Professeur agrégé de la Faculté de Médecine
Accoucheur des Hôpitaux (Maternité de la Pitié, 1920)
Chevalier de la Légion d'Honneur

A MONSIEUR LE DOCTEUR THIBIERGE
Membre de l'Académie de Médecine
Médecin de l'Hôpital Saint-Louis
Officier de la Légion d'Honneur

A MONSIEUR LE DOCTEUR MÉRY
Professeur agrégé de la Faculté de Médecine
Membre de l'Académie de Médecine
Médecin de l'Hôpital des Enfants-Malades
Officier de la Légion d'Honneur

En témoignage de vive gratitude.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR CH. RICHET
Membre de l'Institut
Membre de l'Académie de Médecine
Commandeur de la Légion d'Honneur

En hommage de mon profond respect et en remerciement du grand honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider cette thèse.

A MON MAÎTRE, LE PROFESSEUR J.-P. LANGLOIS
Membre de l'Académie de Médecine
Officier de la Légion d'Honneur

En témoignage de vive reconnaissance, pour l'accueil bienveillant qu'il me fit dans son laboratoire.

En remerciement d'avoir bien voulu m'inspirer le sujet de cette thèse et de m'avoir favorisé de son aide et de ses conseils au cours de cette étude.

INTRODUCTION

Depuis que l'on utilise en clinique des appareils qui permettent de mesurer la tension artérielle, une foule de recherches ont été entreprises pour étudier ses modifications physiologiques ou pathologiques, et en tirer une méthode d'exploration de l'appareil circulatoire.

Il est connu que certaines influences, notamment celle des changements d'attitude du corps ou de position du membre exploré, et celle du travail musculaire, déterminent des fluctuations plus ou moins importantes de sa valeur. Bien des observations ont été prises à ce sujet, mais ont conduit leurs auteurs à des conclusions parfois discordantes. Si certains faits sont incontestables, tel l'accroissement de la pression sanguine au niveau d'un segment vasculaire exploré, quand celui-ci est mis en déclivité par rapport au plan horizontal qui passe par le cœur, et inversement la diminution de cette pression dans le cas de surélévation par rapport à ce même plan, par contre, il n'est pas certain que les valeurs maxima et minima de la tension artérielle suivent une marche parallèle pour une dénivellation donnée, et nous aurons l'occasion de le montrer au cours de cette étude. Si, d'autre part, certains auteurs ont admis que le passage de l'orthostatisme au décubitus dorsal déterminait une élévation de la tension artérielle, d'autres ont professé une opinion contraire. Enfin un certain nombre de cliniciens se sont attachés

à mesurer les réactions circulatoires, et spécialement celles de la pression sanguine, à un travail musculaire déterminé, espérant par là explorer la capacité fonctionnelle du cœur. Leurs conclusions ont été généralement fort critiquées. Par ailleurs, il a été fait quantité de travaux en vue de connaître les variations de la tension artérielle au cours de l'effort ou d'un travail musculaire, ou bien à la suite de ces épreuves. Les résultats apportés par les expérimentateurs montrent souvent des divergences, peut-être plus apparentes que réelles, tenant pour une grande part aux méthodes utilisées.

Nous avons cru devoir étudier systématiquement les variations de la tension artérielle produites par le passage de la position debout à la position couchée, ainsi que les modifications apportées dans le segment vasculaire exploré par les dénivellations imprimées à ce segment par rapport au plan horizontal passant par le cœur. Nous avons également recherché, pour l'ensemble de ces attitudes et dénivellations, l'influence d'une succession d'exercices physiques se rapprochant le plus possible d'une leçon type d'éducation physique du manuel officiel.

Nous avons appliqué cette étude à deux groupes de sujets d'âge et d'entraînement différents : 1^o un groupe de lycéens, de 14 à 16 ans $\frac{1}{2}$, ne faisant qu'une leçon par semaine ; 2^o un groupe d'élèves de Joinville, de 20 à 21 ans, sélectionnés déjà, et exécutant tous les jours des exercices et des leçons.

Les mesures ont été prises avec l'oscillomètre de Pachon, la manchette pneumatique de l'appareil étant appliquée immédiatement au-dessus du poignet, à raison de deux séries identiques pour chaque sujet examiné, l'une immé-

diatement avant les exercices, l'autre les suivant aussitôt que possible. Chaque série comportait 7 mensurations consécutives, exécutées toujours dans le même ordre de succession, dont voici le tableau :

(1)	1 ^{re}	mesure,	sujet debout,	main au cœur.
(2)	2 ^e	—	—	main élevée verticalement.
(3)	3 ^e	—	—	main abaissée verticalement.
(4)	4 ^e	—	sujet couché,	main au cœur.
(5)	5 ^e	—	—	main élevée verticalement.
(6)	6 ^e	—	—	main abaissée au maximum.
(7)	7 ^e	—	sujet debout,	main au cœur.

L'appareil utilisé nous a permis d'enregistrer les résultats de nos explorations sous forme de courbes, dites oscillométriques, indiquant l'amplitude maxima du pouls, et de noter le rythme de celui-ci en (1), (4) et (7). Nous en exposerons plus loin les avantages .

*
* *

Qu'il nous soit permis d'exprimer ici la reconnaissance que nous devons à M. Ferté, Proviseur du Lycée Louis-le-Grand, et à M. Chacornac, Proviseur du Lycée Condorcet, qui nous ont donné toute latitude pour expérimenter sur des élèves au cours des leçons de gymnastique professées dans leurs établissements, et de remercier bien vivement MM. Zaouï et Danhier, éducateurs physiques dans ces Lycées, qui nous ont très obligeamment apporté leur concours dans nos recherches. Nous ne devons pas moins à M. le colonel Bonvalot, commandant l'école de Joinville, à M. le médecin-major de première classe Boigey, médecin-chef de cette école, et à M. le capitaine Dubois, directeur des cours, qui nous ont facilité notre étude, en nous offrant les ressources précieuses de leur école. .

*

* *

Nous indiquerons dans le premier chapitre les conditions dans lesquelles nous avons expérimenté, leurs difficultés et les causes d'erreurs qu'elles pouvaient engendrer.

Un deuxième chapitre sera consacré à l'exposé de considérations générales sur la tension artérielle, sur les principaux facteurs qui la conditionnent et leur influence respective au cours de ses variations. Il sera complété par une étude rapide des éléments de la courbe oscillométrique, de leur détermination, de la valeur de chacun d'eux et des conclusions qu'on est en droit de tirer de leur examen et de leur comparaison réciproque.

Nous donnerons dans le dernier chapitre les résultats de nos mensurations extraits des courbes que nous avons enregistrées, et nous les envisagerons dans leur ensemble, mais en distinguant deux classes de sujets, celle des adultes de Joinville et celle des adolescents des Lycées, pour les opposer l'une à l'autre à l'occasion de certaines réactions circulatoires particulières à chacune d'elles.

Enfin, nous poserons nos conclusions.

CHAPITRE PREMIER

Instrumentation. Protocole d'expérimentation. *Causes d'erreurs*

Instrumentation; technique d'enregistrement. — Nous avons utilisé un oscillomètre de Pachon ordinaire, muni d'une manchette de 8 cm. de largeur. Outre les commodités que présentait cet appareil dans les conditions expérimentales où nous devions nous trouver, il offre l'avantage d'être un explorateur du pouls et de permettre le tracé d'une courbe, dite oscillométrique, document durable, dans lequel on peut déterminer plus rigoureusement les valeurs maxima et minima de la tension artérielle, et juger de l'amplitude du pouls tout au long de chacune des explorations manométriques.

Pour enregistrer nos courbes, nous avons utilisé une méthode analogue à celle de Billard et de Delaunay. L'appareil, toujours le même pour toutes nos expériences, était employé suivant la technique habituelle, par décompression progressive du brassard, de cm. en cm. de Hg., un aide notant sous la dictée l'amplitude de la plus grande oscillation fournie à tous les niveaux de pression décroissants. La courbe était tracée par la suite, en reportant sur un quadrillage les chiffres des pressions en ordonnées

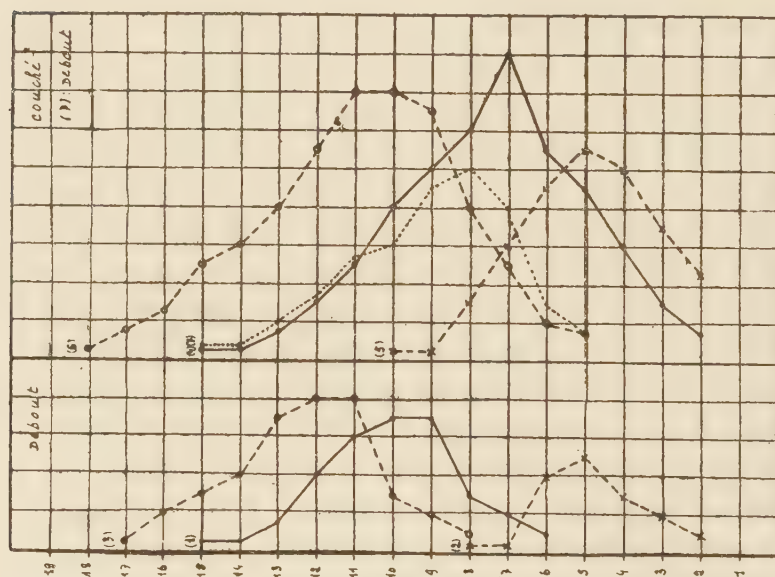


Fig. 1. — Avant les exercices.

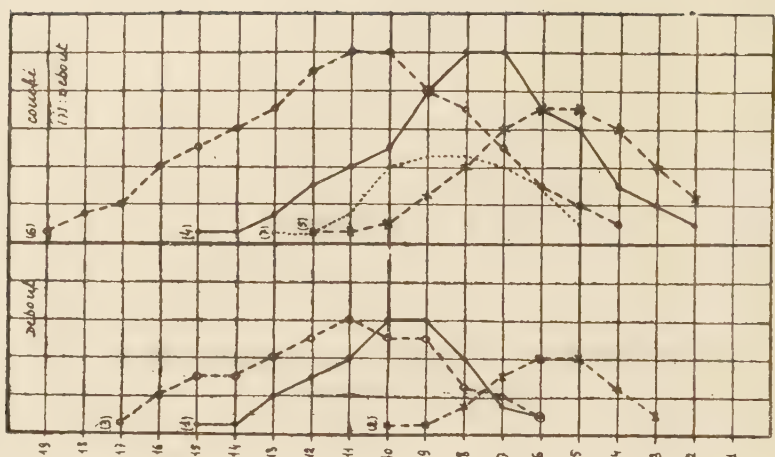


Fig. 2. — Après les exercices.

Courbes oscillométriques répondant à deux séries de 7 mensurations faites chez un adolescent de 16 ans, la première série (Fig. 1) avant tout exercice, la seconde (Fig. 2) après une leçon d'éducation physique de 40 minutes, type du manuel officiel.

En traits pleins :	main au cœur,	(1) debout.
» » :	» »	(4) couché.
En pointillé large, avec croix :	main élevée,	(2) debout.
» » :	» »	(5) couché.
» » avec points :	main abaissée,	(3) debout.
» » :	» »	(6) couché.
En pointillé fin :	main au cœur,	(7) debout.

et ceux des oscillations en abscisses, chaque division de ce quadrillage, de 1 cm. par côté, répondant d'une part à 1 cm. de Hg. pour les pressions et, d'autre part, à une grande division du cadran de l'appareil pour les oscillations, la grande division étant prise pour unité (V. *fig.* 1 et 2).

Conditions expérimentales. — Les conditions expérimentales étaient les suivantes : dans l'impossibilité où nous nous trouvions de prendre des sujets le matin à jeun, au repos absolu, au saut du lit, comme il eut été loisible de le faire dans un service hospitalier, nous nous sommes contentés de prendre les élèves des lycées à la sortie des cours, à 16 h. 15 ou 16 h. 45, ce qui nous mettait suffisamment à l'abri de l'influence des repas, sauf pour un sujet avec lequel nous avons expérimenté deux fois à 13 h. 45. En général, l'élève avait bénéficié de 10 à 15 minutes de détente à la sortie de classe. Puis dans la salle de gymnastique, en un coin isolé et abrité, nous prenions la première série de mesures dans l'ordre indiqué précédemment, en prenant soin de vider complètement la manchette pneumatique du brassard après chaque mesure. Dans la position couchée, le sujet était allongé horizontalement sur le bord d'une table, sans coussin sous la tête, et pouvait laisser pendre au maximum le membre supérieur exploré. Sitôt après, il rejoignait ses camarades à la leçon d'éducation physique, dont la durée moyenne était de 30 minutes.

Cette leçon, donnée la plupart du temps dans une cour de l'établissement, chaque fois un peu différente dans sa durée et sa composition, comportait des mouvements d'ensemble, méthode Démeny, des exercices aux

agrés, du saut en longueur et en hauteur, un peu de course et parfois 10 à 20 minutes de basket-ball. Nous avons d'ailleurs noté pour chaque observation le dosage de l'exercice, l'âge du sujet, sa constitution et les conditions particulières qui pouvaient être intéressantes, notamment l'essoufflement et la transpiration, lorsque nous les avons constatés. La leçon était généralement donnée en sorte qu'un repos suffisant succédait à un effort violent ou prolongé, et jamais nous n'avons observé de traces d'un surmenage physique quelconque. Le plus souvent, la température était douce, quelquefois un peu chaude (fin juin et début de juillet). La séance de gymnastique terminée, nous reprenions notre sujet pour effectuer une deuxième série de mesures, semblable à la première, et dont la durée variait de 10 à 13 minutes.

Comme nous n'avions pas l'intention de faire une étude de la capacité fonctionnelle du cœur à la manière de Martinet, de Lian, et d'autres auteurs, mais celle de rechercher le sens de réactions circulatoires générales, dans les conditions que nous venons d'exposer, et susceptibles de subsister un certain temps à la suite d'exercices physiques prolongés, nous n'avions pas la préoccupation de relever des chiffres de tension très rapidement, à la cessation même des efforts, pour apprécier les modifications immédiates de la pression sanguine, quand le sujet entre en repos. Quand bien même il eut fallu obtenir des observations très rapides, l'établissement de 7 courbes oscillographiques exigeait un minimum de temps pour leur enregistrement correct.

Nous avons expérimenté sur 18 lycéens et établi 26 séries de courbes avant et après séance d'éducation physique.

Mais nous ne retiendrons dans nos moyennes que 17 séries, les 9 autres ne comportant pas la courbe (7) que nous jugeons indispensable comme point de comparaison dans l'appréciation des variations constatées. Car une succession de compressions par la manchette pneumatique détermine certaines modifications des divers éléments de la courbe. Nous allons peu après en envisager les effets et dire dans quelle mesure il y a lieu d'en tenir compte. Du reste, ces 9 séries présentent des caractères généraux en tous points semblables à ceux des 17 que nous avons conservées.

D'autre part, à Joinville, les circonstances nous ont obligés à examiner les sujets le matin, vers 8 h. 30, alors que ceux-ci avaient déjà participé à une leçon très modérée suivie d'un repos assez long. Sauf un cas, toutes nos observations ont été prises en un lieu abrité, par température douce. Sur 8 sujets ayant servi à nos recherches, 6 étaient des élèves de 21 ans, ayant accompli un mois d'école, sans entraînement spécial. Tous jouissaient d'une forte constitution. Des deux autres sujets, l'un avait participé à divers championnats et détenait le record français de la course sur 800 mètres, mais se trouvait en état de sur-entraînement ; le deuxième était un moniteur âgé de 32 ans, depuis plusieurs mois en inactivité.

Nous avons enregistré avec 4 autres sujets des séries de courbes dans un ordre de succession différent, pour servir de point de comparaison, mais nous ne les mentionnerons pas dans nos moyennes.

*
* *

Causes d'erreurs. — Si la méthode oscillométrique offrait le plus de commodités et permettait certaines investiga-

tions particulièrement intéressantes pour nos recherches, il ne fallait pas négliger les causes d'erreurs qui lui sont imputables, non plus que celles relevant des conditions d'expérimentation où nous nous sommes placés.

On reproche au Pachon sa manchette trop étroite, de 8 cm., qui n'écraserait que la partie centrale du cylindre artériel qu'elle entoure, alors que les parties périphériques resteraient béantes ; et celles-ci seraient d'autant plus étendues que les parties molles sont plus épaisses, d'où une surestimation de la Mx. C'est ce qui a déterminé certains auteurs à faire usage d'une manchette de 12 cm. Mais disons de suite que cet inconvénient présente le minimum de conséquence, puisque notre brassard se trouve appliqué immédiatement au-dessus du poignet où les parties molles sont le plus réduites, surtout chez les sujets que nous avons examinés et chez qui l'application de la manchette pouvait offrir le maximum de sécurité. De plus, selon Delaunay, l'état de la tonicité artérielle s'objectiverait beaucoup mieux au poignet qu'au bras.

Nous envisagerons, dans le chapitre suivant, le problème de la détermination de la pression maxima que le Pachon surestimerait le plus souvent, et de la pression minima dont plusieurs critères ont été préconisés. En ce qui concerne les conditions d'expérience, bien que loin d'avoir été idéales, nous nous sommes mis le plus possible à l'abri des diverses influences perturbatrices, et autant que nous le permettaient les circonstances. Car il ressort des observations de nombreux auteurs que la tension artérielle est sujette à des fluctuations, parfois très appréciables, sous l'action de divers facteurs, dont nous allons mentionner les principaux qui auraient pu entrer en ligne de compte.

Les uns sont relatifs au développement de l'organisme, les autres appartiennent soit aux diverses fonctions organiques, soit aux variations du milieu extérieur.

De ceux qui relèvent du développement, nous ne mentionnerons que l'âge : les auteurs s'accordent à admettre que la tension de l'adolescent confine à celle de l'adulte. Les chiffres varient avec les expérimentateurs, en raison de l'emploi de méthodes différentes, mais conservent leur valeur relative. Du reste, dans cette étude, nous nous sommes attachés à bien différencier nos sujets en deux catégories, adolescents et adultes, et nous verrons que si les moyennes que nous avons trouvées pour chacune d'elles, en dehors de toute cause perturbatrice, sont assez semblables, il n'en va pas de même des réactions que nous relèverons à la suite des modifications d'ordre statique et dynamique provoquées chez chaque sujet examiné.

Les diverses fonctions organiques, notamment la digestion, la respiration, les influences nerveuses, l'activité psychique, pouvaient agir à des degrés divers sur nos mensurations sphygmomanométriques. Nous croyons nous être mis suffisamment en dehors de l'action des repas, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut. La respiration, qui détermine des oscillations minimes de la tension artérielle quand elle est calme, ne pouvait entrer en ligne de compte qu'après la séance de gymnastique ; nous en avons noté les modifications dans nos observations. Les influences nerveuses auraient pour conséquence de faire monter momentanément le taux de la Mx. Cette ascension serait en rapport avec l'impressionnabilité du sujet et l'intensité de l'émotion. Mais nous n'avons pas eu affaire à des sujets pusillanimes et nos manœuvres n'étaient point faites pour

les émouvoir beaucoup. Les excitations sensorielles ou sensibles susceptibles d'être provoquées par un changement subit de la température extérieure, un bruit désagréable, une douleur, une surprise, une distraction, etc., ont été évitées. De même, l'activité psychique que venaient de soutenir la plupart des élèves au cours de deux heures de classe, devait avoir perdu sa plus grande part d'influence sur la tension artérielle, si tant est qu'elle en ait une assez appréciable, grâce aux dix minutes de détente qui précédaient nos premières mesures.

Quant aux conditions extérieures, celles tenant à la température, voire à la pression atmosphérique, nous pensons nous être mis à l'abri de leurs grandes fluctuations en faisant toutes nos expériences au cours d'une longue période de stabilité barométrique et thermométrique, en une saison clémente. Nous avons signalé que nous n'avions pu opérer à Joinville à la même heure que dans les lycées. Mais nous ne croyons pas que cette différence d'heure puisse diminuer beaucoup la valeur de nos résultats. Car s'il est bien certain que la tension artérielle ne garde pas au cours de la journée une valeur fixe, mais qu'elle subit des oscillations plus ou moins importantes, surtout par l'effet du sommeil et de la digestion, nous avons fait nos recherches en dehors de ces facteurs, prenant le sujet à un moment où son système nerveux est en état de moindre tension, par le fait d'une activité physique ou psychique médiocre.

Au reste, nous ne cherchions pas tant à obtenir des chiffres absolus, qu'à constater le sens de réactions engendrées par tel ou tel artifice et à en apprécier l'import-

tance relative, sans toutefois en espérer une mesure rigoureuse.

Remarques particulières. — Nous devons signaler, à la fin de ce chapitre, quelques particularités tenant à notre méthode d'examen, et dont nous devons tenir compte à des degrés divers dans l'appréciation des données de toutes nos courbes pour les comparer entre elles.

C'est d'abord le phénomène de la tension résiduelle sur lequel de nombreux auteurs ont attiré l'attention, notamment Recklinghausen et Schultze. Gallavardin et Haour l'ont spécialement étudié avec la méthode de Riva-Rocci, puis Tixier, de Nevers, en 1919, avec la méthode auscultatoire. Il consiste en ce fait que de deux mensurations sphygmomanométriques effectuées dans des conditions identiques et dans l'intervalle desquelles on a laissé se prolonger la compression du brassard pneumatique ou répété une succession de compressions, la dernière donne une pression maxima inférieure à celle de la première. Il y aurait en moyenne une baisse de 1 cm. de Hg. pour l'homme et de 1,5 cm. pour la femme, ces nombres étant susceptibles de variations individuelles, alors que la Mn resterait sensiblement à son niveau normal. Pour Gallavardin et Haour, 5 minutes de compression ou bien 7 à 8 mensurations répétées suffiraient à amener le maximum de baisse tensionnelle, qu'il attribue principalement à des modifications vaso-motrices locales, causées par la striction dont l'effet serait de déterminer une hypotonicité du segment artériel exploré, ou de faire cesser un spasme local. D'ailleurs Marey avait signalé depuis longtemps le rôle d'un arrêt de la circulation dans un seg-

ment de membre par la compression de sa racine, ce qui aurait pour résultat d'activer la circulation locale par vasodilatation quand cesse cette compression. Récemment, d'Ælsnitz et Cornil ont étudié, précisément avec l'oscillomètre, les réactions vaso-motrices d'un membre après compression par la bande d'Esmarch. C'est pourquoi nous avons pris soin, à la fin de chacune des séries de nos courbes, de dresser la courbe (7) prise dans une attitude semblable à celle qui répond à la courbe (1), c'est-à-dire debout, brassard au niveau du cœur. Dans la plupart des cas, il nous a été donné de vérifier l'exactitude de ce phénomène. Mais nous avons noté que cette résiduelle portait aussi sur la Mn, et cela d'une manière assez notable, fait contesté par les auteurs qui viennent d'être cités, à l'exception toutefois de Tixier.

En deuxième lieu, les dénivellations du segment artériel où est appliqué le brassard et que nous provoquons soit en surélévation, soit en déclivité, ne sont pas de même grandeur. C'est-à-dire que la distance qui sépare chacun des deux niveaux extrêmes de celui du cœur n'est pas la même dans les deux cas, et pour chacun d'eux elle varie suivant que le sujet est debout ou couché. De plus, cette distance varie avec l'envergure du sujet examiné, mais dans d'assez faibles proportions, en sorte que les moyennes trouvées ne s'écartent pas trop des chiffres extrêmes. Voici le tableau des moyennes que nous avons observées :

	<i>Joinville</i>	<i>Lycées</i>
ENVERGURE.....	1 m. 70	1 m. 60
Position debout, dénivellation au-dessus du cœur :	55 à 57 cm.	50 cm.
— — au-dessous du cœur :	45 cm.	35 cm.
Position couchée, dénivellation au-dessus du cœur :	40 cm.	35 cm.
— — au-dessous du cœur :	55 à 57 cm.	47 à 50 cm.

On conçoit que ces différences doivent entrer en ligne de compte dans l'appréciation des modifications apportées par la pesanteur sur la tension artérielle, étant donné que théoriquement chaque décimètre de dénivellation du segment artériel exploré apporte ou retire une charge de pression sanguine égale à 7 à 8 mm. de Hg., suivant le sens de cette dénivellation, la densité du mercure étant de 13,6 et celle du sang de 1,06.

CHAPITRE II

La tension artérielle.

Les éléments de la courbe oscillométrique.

Leur valeur d'interprétation.

La courbe oscillométrique que nous avons relevée pour chacune de nos explorations sphygmanométriques, permet d'évaluer les valeurs maximale et minimale de la tension artérielle et donne des indications spéciales sur la pulsation artérielle. Avec la notation du rythme cardiaque, nous disposons de la sorte de plusieurs éléments susceptibles de nous révéler, par leur confrontation, certaines modalités des phénomènes circulatoires. De plus, l'opposition de ces divers éléments d'une même courbe à ceux d'une autre doit nous montrer les variations particulières que chacun d'eux présente, et nous aurons à rechercher dans quelle mesure ces variations permettent de juger des modifications apportées au régime circulatoire par les conditions d'expérimentation dans lesquelles nous avons placé nos sujets.

Nous devons au préalable justifier de l'exactitude de ces données sur lesquelles nous nous appuierons pour en tirer certaines conclusions, et indiquer les bases de leur détermination. Nous pourrons ensuite montrer leur valeur

d'interprétation. Qu'il nous soit permis, au début de ce chapitre, de rappeler quelques considérations générales sur la tension artérielle.

Par quoi est déterminée la tension artérielle. — La tension artérielle est une force créée par la contraction ventriculaire, entretenue par la réaction de la paroi vasculaire à la distension (élasticité) et réglée par la résistance des vaisseaux périphériques à l'écoulement du sang. Aussi ses variations dépendront-elles de trois facteurs principaux : l'état du cœur, l'élasticité artérielle et les résistances périphériques (Gallavardin).

« La tension artérielle résulte de la différence entre la quantité de sang envoyée par le cœur dans le système artériel et celle qui passe des artéioles dans les veines » (L. Brunton).

Dans son traité de la tension artérielle en clinique, Gallavardin envisageant, non pas son mécanisme de production, mais son utilisation ultérieure, donne cette autre définition de la tension artérielle : « ...cette partie de la force vive communiquée au sang par la contraction cardiaque qui, ne se manifestant pas sous forme de vitesse, se met en réserve pour vaincre les résistances ultérieures, et se traduit en exerçant une certaine pression latérale sur les parois vasculaires ». Cet auteur admet l'équivalence des expressions « pression sanguine » et « tension artérielle », estimant qu'au niveau de chaque tranche vasculaire idéale est réalisé « un état d'équilibre dans lequel trois phénomènes — la tension du liquide circulant, la distension à laquelle se trouve soumise la paroi artérielle, la pression que cette paroi exerce en retour sur le sang —

sont justiciables d'une commune mesure, n'étant que la manifestation d'une même cause ».

Dans une thèse récente, Chabrol s'exprime ainsi : «...un tel régime hydraulique est exposé — à priori et en fait — à des variations incessantes, car les facteurs qui le créent sont essentiellement changeants. Mais de ces valeurs variables, contraction cardiaque et résistances périphériques, l'intervention du système nerveux fait des variables dépendantes, aptes à compenser mutuellement leurs écarts et à garantir à la pression artérielle un équilibre non point fixe, mais mobile, oscillant autour d'une valeur moyenne sensiblement constante ».

Notons encore ce passage de Marey : « le cœur aussi règle son effort sur la résistance qu'il éprouve, c'est-à-dire sur la pression à laquelle le sang est soumis dans les artères. Or, comme cette pression varie, à chaque instant, sous toutes sortes d'influences, rien n'est plus variable que la force que déploiera le cœur dans ces diverses conditions ».

En résumé, le mouvement du sang, soumis à l'action mécanique du cœur et des vaisseaux, qui est elle-même sous la dépendance du système nerveux, est réglé par le volume des ondes ventriculaires, par la force avec laquelle celles-ci sont projetées dans les artères, par la fréquence des impulsions cardiaques, par le degré d'élasticité des artères, par la résistance opposée par les petits vaisseaux, par l'état de la circulation veineuse de retour, enfin par les actions vaso-motrices multiples portant sur tel ou tel territoire vasculaire, et dont les effets compensateurs ou correcteurs sont un précieux moyen de maintenir un équilibre circulatoire qui permette, en toute circonstance,

l'harmonieux exercice des diverses fonctions de l'organisme.

Cette revue des principaux facteurs qui conditionnent la tension artérielle montre que celle-ci est un phénomène complexe, résultante d'éléments divers dont il n'est pas toujours aisé de mesurer la participation respective.

De plus, ces éléments retentissent les uns sur les autres à des degrés variables, suivant les circonstances, modifiant ainsi l'action que chacun d'eux pourrait exercer isolément. Une synergie fonctionnelle semble régler tous les phénomènes circulatoires, et cela laisse à supposer que la mesure de certains d'entre eux permet peut-être d'évaluer l'importance de quelques autres, ou de penser qu'ils entraînent certaines réactions qui échappent à nos moyens d'investigation.

L'œuvre de Marey et de ses collaborateurs a grandement contribué à mettre en lumière le mécanisme régulateur de la circulation considérée dans son ensemble. Nous serions entraînés trop loin à vouloir en rappeler tous les principes. Quand nous tenterons d'interpréter les résultats fournis par nos courbes, nous ferons appel à ceux d'entre eux qui nous paraîtront devoir être invoqués pour expliquer tel ou tel fait.

Données de la courbe oscillométrique ; leur détermination. — La plupart des sphygmanomètres permettent de mesurer en centimètres de mercure les valeurs maximale et minimale de la tension artérielle. Avec l'oscillomètre de Pachon, nous avons pu explorer un troisième élément, la pulsation artérielle, dont nous avons noté le rythme chaque fois qu'il était susceptible de variations.

Que représentent ces données, comment les avons-nous déterminées d'après nos courbes ?

La *pression maxima*, ou pression systolique, M_x , est le niveau de pression sanguine le plus élevé que détermine l'impulsion ventriculaire dans le système artériel. Il va sans dire que cette pression se traduit par la tension à laquelle est soumise la paroi artérielle sous la poussée de cette onde sanguine. N'insistons pas sur l'équivalence des termes « pression sanguine » et « tension artérielle ». Mais cette tension artérielle doit perdre de sa valeur au fur et à mesure que l'on considère l'arbre artériel en un point plus éloigné de l'origine de l'aorte, en raison même de l'élasticité des artères qui tend à uniformiser le courant sanguin dans sa progression. Selon la plupart des auteurs, cette diminution n'est que très légère au niveau de l'humérale, et même de la radiale. Par conséquent, les explorations que nous avons faites au niveau de cette dernière peuvent donner une indication très approchée de la valeur de l'impulsion ventriculaire.

La *pression minima*, ou pression diastolique, ou encore pression constante, M_n , représente la valeur la plus basse de la pression sanguine dans l'intervalle de deux ondes systoliques, alors qu'il ne pénètre plus de sang dans l'aorte, et que les autres artères se vident dans les veines à travers les capillaires.

Quant à la pulsation artérielle, s'extériorisant avec plus ou moins d'intensité par l'intermédiaire de la manchette pneumatique dont la compression était régulièrement décroissante au cours de chaque exploration, et par l'artifice de l'aiguille oscillante de l'appareil, nous

n'avons eu qu'à en enregistrer les manifestations mesurées en grandeur relative. Et si chacune de nos courbes est faite de la succession des chiffres qui traduisent l'amplitude oscillatoire des pulsations pour chaque degré de pression exercé sur le segment artériel exploré, suivant un ordre défini (décroissance progressive de cm. en cm. de Hg.), pour juger de l'état du pouls — et partant des phénomènes qui le déterminent — nous retiendrons particulièrement le point de cette courbe où s'observe la plus grande oscillation et que Pachon a appelé indice oscillométrique : « J'ai appelé *indice oscillométrique* l'oscillation maximale observée au cours de l'exploration faite à l'oscillomètre. »

Nous verrons plus loin les renseignements que peut donner cet indice.

Il nous reste à indiquer la manière dont nous avons déterminé Mx et Mn sur nos courbes. Des critiques ont été adressées à la méthode oscillométrique à laquelle on reproche notamment de surestimer la Mx. Et si le plus souvent le taux de la Mn, repéré à un niveau particulier de la courbe était reconnu pour exact par la plupart des auteurs, quelques autres ont adopté un critère différent, et Pachon lui-même vient d'en préconiser un nouveau¹.

Pour la Mx, nous avons placé l'index systolique au niveau de la courbe — suivie à partir des chiffres de pression les plus élevés — où se manifeste la première oscillation *nettement différenciée* de celles qui la précèdent, ces dernières constituant la zone des oscillations supra-maximales. C'est, à vrai dire, une des méthodes le plus souvent employées. Malgré son apparente netteté, elle n'est pas tou-

1. PACHON, Sur le critère de la Mn dans la méthode oscillométrique (C. R. Soc. de biol., 14 mai 1921).

jours précise. Mais nous avons tenu compte de la forme de nos courbes pour apprécier cette différenciation des oscillations que nous estimons relative à l'amplitude que prend chaque courbe dans la zone de l'indice. En sorte que dans le cas d'une courbe où l'indice n'atteignait, par exemple, que deux divisions du cadran, nous avons cru devoir situer la Mx là où l'oscillation s'augmentait d'une fraction de division ($1/4$ ou $1/2$) sur les précédentes qui restaient égales entre elles sur plusieurs cm. Hg. au cours de la décompression ; tandis que dans le cas d'une courbe où l'indice présentait par exemple 6 à 7 divisions d'amplitude, nous ne prenions pas la première oscillation qui n'aurait offert qu'une trop légère différence sur les précédentes, mais la suivante seulement, si encore celle-ci s'accroissait suffisamment sur l'autre. Nous ne pensons pas avoir trouvé ainsi de chiffres s'éloignant par trop de la réalité, puisque nos moyennes nous donnent 13, 2 cm. Hg. pour les adultes et 12, 8 cm. Hg. pour les adolescents, en attitude verticale, brassard au niveau du cœur, avant tout exercice physique. Si même ils paraissent à peine plus élevés que ceux qu'aurait pu donner une autre méthode sphymomanométrique, celle de Riva-Rocci par exemple, ils conservent leur valeur relative dans l'appréciation des variations que nous avons provoquées pour les étudier.

Pour lire la Mn, nous avons utilisé la méthode préconisée par Gallavardin et qui présente une valeur théorique réelle, mais n'offre pas toujours la possibilité d'une détermination précise en raison de l'absence assez fréquente des points de repère que l'on s'attend à trouver dans la courbe. Cette méthode « s'efforce simplement de surprendre

et de noter le moment précis où s'effectue le premier — ou dernier, dans le cas de décompression, — collapsus artériel diastolique ». Dans la partie inférieure de la courbe, au-dessous de la zone de l'indice, il y a à distinguer une zone infra-minimale, qui représente les seules valeurs de dilatation artérielle, et une zone supra-minimale, qui représente ces valeurs de dilatation et en plus des valeurs de décollapsus artériel. Et Gallavardin estime que ni les oscillations maximales (l'indice oscillométrique), ni même les juxta-maximales, ne peuvent servir d'index diastolique, alors que nombre d'expérimentateurs situaient cet index au niveau de la première oscillation décroissante, à partir de l'indice, d'où une surestimation dans leurs résultats. Cet auteur pense qu'au dessous du maximum oscillatoire, la zone d'oscillations décroissantes, d'étendue variable (10 à 25 mm.), appartient manifestement à la zone des grandes oscillations et recèle des valeurs de décollapsus. « C'est à la limite inférieure de cette zone, au niveau de la *vraie démarcation entre la phase des grandes et des petites oscillations*, que doit être placé cet index. » Il conseille de prendre, lors d'une décompression, le chiffre intermédiaire à la dernière grande oscillation et à la première petite oscillation. La netteté de l'index tient uniquement à l'écart existant entre les valeurs de dilatation et les valeurs de décollapsus. Et ces valeurs varient suivant le calibre du vaisseau, la résistance et l'élasticité de ses parois, et le mode d'installation plus ou moins complet ou plus ou moins rapidement généralisé du collapsus.

D'un autre côté, Pachon (*loc. cit.*) a indiqué récemment un autre critère de la Mn : « En résumé, l'expérience démontre que le critère de la pression minima, dans la mé-

thode oscillométrique, est constitué par le *début d'une zone terminale et distincte d'oscillations à pente propre*. On rencontre, d'ailleurs, une telle zone dans les conditions ordinaires de l'exploration oscillométrique correctement pratiquée et systématiquement poursuivie jusqu'au zéro. »

Nous n'avons pas cru devoir utiliser cette méthode, car dans bien des courbes que nous avons relevées nous ne trouvons cette zone terminale d'oscillations à pente propre qu'à un niveau manifestement très inférieur, alors que ces mêmes courbes présentent avec netteté un index répondant aux données de Gallavardin et paraissant bien correspondre au taux réel de la Mn, dont la moyenne dans l'ensemble de nos mesures est de 7, 5 cm. Hg. pour les adultes et de 7, 4 cm. Hg. pour les lycéens, en attitude verticale, brassard au cœur, avant tout exercice physique.

Indications données par les éléments de la courbe oscillométrique. — Quels renseignements tirer des valeurs de Mx, Mn et de l'indice oscillométrique ?

Nous avons sommairement indiqué notre façon de déterminer ces diverses valeurs sur les courbes. Nous ne prétendons point à une exactitude rigoureuse. Mais étant donné que la même méthode a été utilisée dans tous les cas, et que toutes les investigations ont été faites par le même observateur, avec le même appareil, dans des conditions aussi semblables que possible, nous croyons avoir conservé pour l'ensemble de nos observations un caractère d'exactitude relative permettant de comparer entre eux les chiffres qui y ont été relevés.

Voyons quelles indications sont susceptibles de nous donner ces chiffres, relativement à l'état de la circulation

dans les diverses attitudes que nous avons voulu étudier successivement, avant et après les exercices.

De ce que nous avons dit précédemment de Mx et de Mn, il ressort que la Mx traduit l'énergie de la contraction ventriculaire, sans indiquer pour autant la valeur de l'ondée sanguine. La Mn renseigne sur la façon dont s'effectue dans les capillaires l'écoulement de cette ondée sanguine. Elle mesure donc les résistances périphériques, mais ne donne pas d'éclaircissement sur leur nature (stase ou vaso-constriction). La connaissance d'un seul de ces deux éléments, Mx ou Mn, serait peu instructive. On sait quelle importance accordent les cliniciens au rapport de l'un à l'autre pour apprécier la valeur fonctionnelle de l'appareil cardio-vasculaire. Dans le cas particulier de nos recherches, nous aurons à étudier les variations qui leur sont imprimées par les différentes conditions dans lesquelles nous avons mis nos sujets en expérience. Aussi pourrions-nous faire des comparaisons intéressantes, auxquelles s'ajouteront celles des variations de l'indice dont nous allons montrer l'utilité dans l'appréciation des phénomènes circulatoires.

Quelle valeur d'interprétation attribuer à l'indice ? Voici ce que Pachon a écrit à ce sujet¹ : « L'indice oscillogométrique n'est pas autre chose que l'expression visuelle du pouls total ou pléthysmographique du segment de membre exploré. Il est, comme ce pouls total, la résultante des expansions partielles des diverses artères qui lui donnent lieu. Son amplitude, comme celle du pouls total qu'il traduit, est donc, en raison de l'influence propre de la surface

1. V. PACHON, L'oscillométrie, sa spécificité et son champ d'information (*le Journal médical français*, sept. 1919).

expansible artérielle, commandée directement aussi par l'étendue de cette surface expansible. C'est-à-dire que pour une même impulsion cardiaque, la valeur de l'indice oscillométrique traduira exactement l'état de resserrement ou de relâchement des vaisseaux artériels. L'indice oscillométrique devient un élément direct de connaissance de la circulation périphérique, au double point de vue du tonus vasculaire ou de la réactivité vaso-motrice et de la perméabilité artérielle. »

Nous pouvons ajouter qu'il est la manifestation du changement de volume maximum que subit le segment artériel comprimé par la manchette pneumatique — au cours de l'exploration oscillométrique — sous l'influence d'une ondée systolique. Il est fait de la somme des valeurs de dilatation et de décollapsus artériels, valeurs dépendantes du tonus vasculaire.

A ne considérer que les seules valeurs de dilatation, celles-ci sont au maximum pour une pression de la manchette qui égale le niveau de pression sanguine minima, puisqu'à ce moment l'artère se trouve détendue par le fait de l'équilibre de ces deux pressions qui s'opposent, d'où maximum de distension que pourra subir la paroi artérielle sous la poussée d'une ondée ventriculaire donnée. Quant aux valeurs de décollapsus, on conçoit qu'elles varient avec l'état de la tonicité artérielle, puisque selon que la paroi sera en état de tonus plus ou moins élevé, celle-ci ne se laissera écraser que par un excès plus ou moins grand de pression externe du brassard sur la pression interne du sang.

Ainsi, il peut se faire que l'indice ne réponde pas à un décollapsus total, par exemple dans le cas d'une artère très constrictée. Car, pour obtenir son écrasement complet,

il faudra une compression du brassard telle qu'une partie importante de l'impulsion systolique sera utilisée à rétablir l'équilibre entre la pression interne et la pression externe, avant de pouvoir commencer à distendre le vaisseau.

Si les déformations que subit le segment artériel exploré sous la pression de la manchette pneumatique — déformations variables suivant l'état de la tonicité et du calibre vasculaire — ne permettent pas à l'indice d'être une image fidèle de la pulsation artérielle, à l'instar de l'oscillation enregistrée par un sphygmographe, du moins cet indice traduit-il en grandeur relative un changement de volume d'un segment artériel, situé dans des conditions d'expérience bien définies, quand passe une ondée sanguine. Que ces conditions viennent à changer et modifient les caractères de cette dernière, l'indice subira des variations adéquates, mais dont la grandeur sera subordonnée à l'état du vaisseau (calibre, tonicité) et au taux de la pression constante (Mn) qui tient sous sa dépendance la dilatabilité des parois, celle-ci diminuant au fur et à mesure que s'élève la pression interne¹.

Voici les deux lois d'interprétation de l'indice, telles que les a fixées Pachon :

Première loi : « *Toutes choses égales du côté de l'artère explorée, l'indice oscillométrique traduit la valeur de l'impulsion cardiaque.* » L'auteur rappelle comment la surface d'expansion artérielle commande de son côté la grandeur de l'indice, suivant le principe de physique sur lequel Marey a attiré l'attention dans la détermination de la

1. MAREY, La circulation du sang (Masson 1881). § 101. Caractères de l'élasticité des artères.

force du pouls, et suivant lequel une même pression, agissant sur deux surfaces inégales, produira un effort de soulèvement plus énergique du côté de la surface la plus large.

Deuxième loi : « *Toutes choses égales du côté de l'impulsion cardiaque, l'indice oscillométrique traduit la valeur du calibre vasculaire, c'est-à-dire l'état de resserrement ou de relâchement des vaisseaux artériels explorés.* » — « Par le moyen de l'indice, le clinicien pourra juger, soit de la valeur de l'impulsion cardiaque, soit de l'état de la circulation périphérique, du tonus vasculaire et de la réactivité vasomotrice ou de la perméabilité artérielle. » Pachon fait observer que « l'indice étant fonction de deux éléments fondamentaux, l'un cardiaque et l'autre vasculaire, les variations de l'indice ne pourront traduire spécialement les variations de l'un de ces éléments qu'à la condition évidente que l'autre soit déjà connu ou reste constant pendant le temps de l'expérience ou de l'observation ». Et il conclut que « la comparaison des valeurs respectives d'indice ne peut être directement faite chez des individus différents ». Aussi, dans l'étude de nos courbes, n'avons-nous pas l'intention de comparer les valeurs d'indice chez les divers sujets que nous avons examinés. Ces valeurs présentent souvent d'un individu à l'autre de grandes dissimilitudes, pour des observations de même nature, et relèvent d'ailleurs de causes qui les rendent sans intérêt. Au contraire, les variations de l'indice chez le même sujet, pour deux observations différentes, sont utiles à connaître, et leur rapprochement de celles des Mx et Mn peuvent aider à saisir telle modification dans l'état circulatoire, et qui passerait inaperçue, si nous ne disposions que d'une seule de ces données. Nous avons donc noté ces variations pour

chacune des attitudes étudiées, sur l'ensemble des sujets classés en deux catégories (adolescents et adultes), et si les chiffres que nous reproduisons dans le chapitre suivant ne signifient rien en tant que chiffres absolus, tout au moins indiquent-ils le sens de ces variations et leur degré d'importance.

Si l'indice doit nous permettre de mieux juger des modifications circulatoires, nous ne devons pas négliger de tenir compte du rythme cardiaque dont nous avons aussi noté les changements souvent très importants. Cet autre facteur apparaît comme un des multiples éléments qui concourent à la régulation de la fonction cardio-vasculaire. Il est étroitement lié à l'état de la tension dont nous savons les nombreuses déterminantes. Pour en donner un aperçu, citons ce principe énoncé par Marey : « Le cœur bat d'autant plus fréquemment qu'il éprouve moins de peine à se vider. » Cet auteur a étudié les variations de la fréquence du pouls suivant les variations de la tension artérielle et également l'influence de la réplétion ventriculaire sur la fréquence du pouls. C'est ainsi qu'il a noté deux espèces de pouls fréquents, « tous deux avec abaissement de la tension artérielle ; l'un tient à ce que le cœur se vide facilement, l'autre à ce qu'il s'emplit d'une manière imparfaite. Dans le premier cas, le pouls sera fort, car l'ondée ventriculaire sera projetée avec force dans un système artériel peu tendu ; dans le second, le pouls sera faible parce que le volume de l'ondée ventriculaire sera très petit par suite de la réplétion imparfaite du ventricule ».

La confrontation de ces données et celle de leurs variations respectives sous certaines influences doit permettre d'apprécier dans une certaine mesure le rôle de divers

facteurs qui interviennent à des degrés variables dans l'équilibre circulatoire selon les circonstances et que nous n'avons pas toujours la possibilité de mesurer directement. C'est ainsi que les phénomènes de vaso-motricité qui participent grandement à la régulation du fleuve sanguin et dont les actions sont multiples, parfois simultanément opposées en des territoires divers de l'organisme, viennent modifier localement ou généralement le régime de la circulation. Aussi ne saurait-on avoir trop de moyens de contrôle pour en dépister les manifestations et en estimer l'importance.

C'est pourquoi nous avons pensé que l'utilisation des valeurs maximale et minimale de la tension artérielle, celle de l'indice oscillométrique et du rythme cardiaque, pouvait nous donner des indications utiles, sinon toujours suffisantes, pour étudier certaines réactions cardio-vasculaires.

CHAPITRE III

Nous nous proposons d'exposer dans ce chapitre les résultats de nos observations en envisageant les moyennes fournies par les deux groupes de sujets, pour chacune des courbes (1), (2), (3), etc., avant et après les exercices. Nous nous efforcerons de faire ressortir les différences que les divers éléments de chacune d'entre elles présentent avec les éléments correspondants des autres.

Les graphiques reproduits ci-après (*fig. 3 et 4*) schématisent en quelque sorte l'ensemble des variations observées.

Nous aurons donc à étudier les modifications apportées aux valeurs maxima et minima de la tension artérielle, à l'indice oscillométrique et au rythme cardiaque, dans la courbe (7) par rapport à la courbe (1), ce qui pourra nous donner des indications sur le phénomène de la tension résiduelle sur lequel nous avons précédemment attiré l'attention.

Nous ferons la même comparaison à la suite des exercices, soit en opposant (1)*bis* et (7) *bis* — désignant par *bis* les courbes qui répondent à la série de mensurations exécutées après la leçon de gymnastique. Puis nous examinerons les variations des mêmes éléments de (1) à (1) *bis* pour nous rendre compte de l'influence du travail musculaire dans les conditions de notre expérimentation.

Nous aurons à rechercher ensuite le rôle de l'attitude

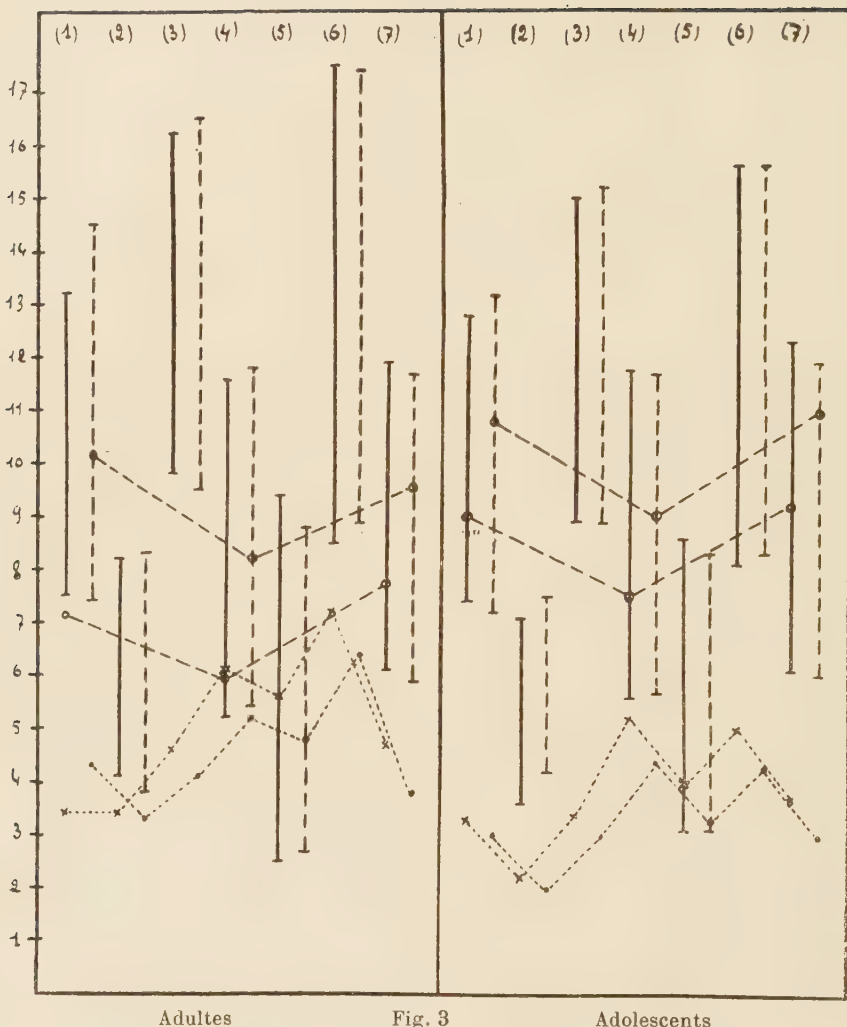


Fig. 3

— Graphiques des moyennes fournies par les deux classes de sujets pour les données de chacune des 7 courbes oscillométriques de la série de mensurations :

Graphique I : adultes ; Graphique II : adolescents.

Chaque ligne verticale répond à l'une de ces 7 courbes :

En traits pleins : avant les exercices ; En traits discontinus : après les exercices.

— Lire la hauteur des tensions maxima et minima aux extrémités de chacune de ces lignes.

— La valeur de l'indice correspondant est représentée :

par une croix : avant les exercices ; par un point : après les exercices.

La succession des valeurs d'indice de chacune des deux séries de mensurations est figurée par une courbe en pointillé fin.

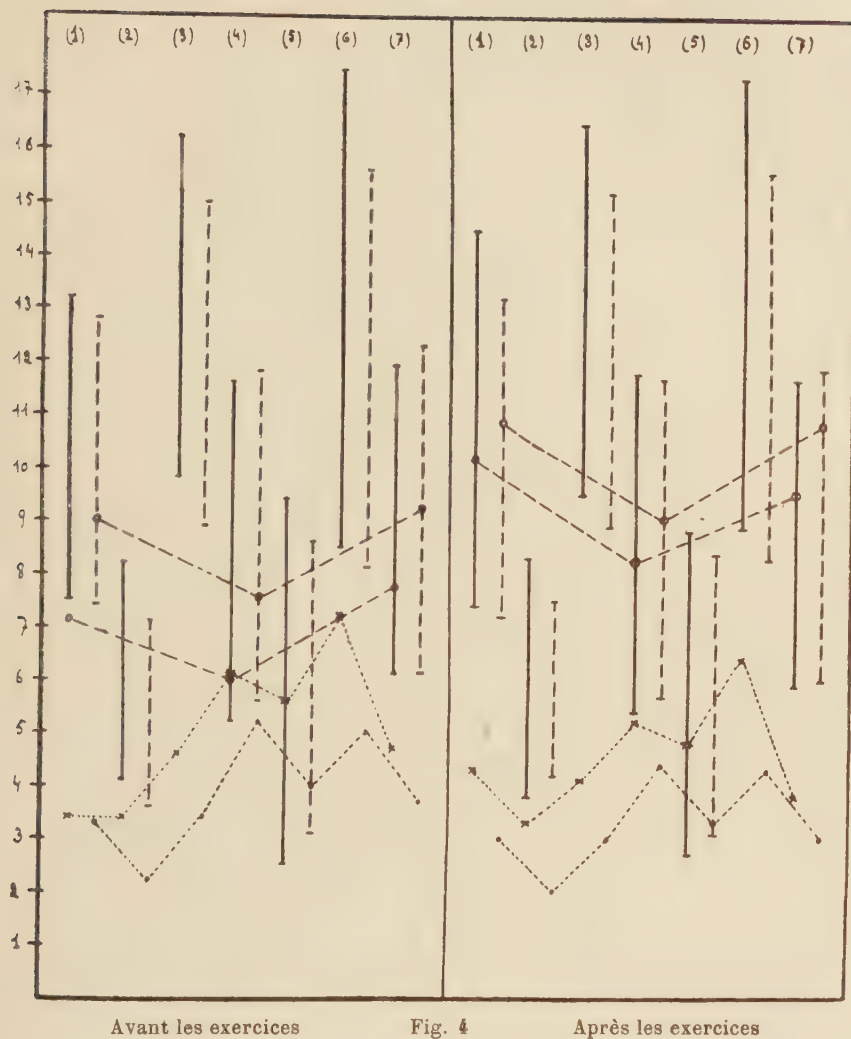
— La succession des valeurs du rythme cardiaque noté pour les trois attitudes (1), (4) et (7) est figurée par une courbe en pointillé large :

la courbe inférieure : avant les exercices ; la courbe supérieure : après les exercices.

— L'échelle des nombres, à gauche du graphique I, se lit en cm. de Hg. pour les tensions, en grandes divisions du cadran de l'oscillomètre pour les indices, en dizaines de pulsations à la minute pour le rythme cardiaque.

III

IV



Graphiques où s'opposent plus particulièrement les deux classes de sujets :

Graphique I : Avant les exercices.

Graphique II : Après les exercices.

— Pour les tensions :

Traits pleins : Adultes.

Traits discontinus : Adolescents.

— Pour les indices :

Croix : Adultes.

Points : Adolescents.

— Pour le rythme cardiaque :

Courbe inférieure : Adultes.

Courbe supérieure : Adolescents.

révélé par les différences notées entre (1) et (4) et entre (1) *bis* et (4) *bis*.

Enfin nous observerons les changements provoqués par les dénivellations, dans l'orthostatisme d'une part, en comparant (1) à (2) pour la surélévation et (1) à (3) pour la déclivité, dans le décubitus d'autre part, par la mise en parallèle de (4) et (5) (surélévation) et de (4) et (6) (déclivité). Nous pourrons aussi mettre en regard (2) et (5) ainsi que (3) et (6) pour juger des effets d'une dénivellation de même sens dans les deux positions debout et couché.

Le lecteur trouvera à l'occasion de ces diverses comparaisons un tableau de chiffres indiquant les moyennes que nous avons trouvées pour chacun des éléments de la courbe dans l'ensemble des observations des deux classes de sujets, et dans chaque tableau ces moyennes sont mises en regard de celles qui font l'objet de la comparaison, avec l'indication du nombre qui mesure la différence qu'il y a entre elles. De plus, nous y avons inscrit la proportion des cas où la variation se faisait dans le sens indiqué, de ceux où elle était nulle et de ceux où elle était de sens contraire, afin de faire ressortir la constance plus ou moins grande du phénomène observé.

Qu'on veuille bien nous pardonner de reproduire cette suite de chiffres arides, que nous publions à titre de référence.

Nous ne manquerons pas de faire remarquer l'influence des conditions expérimentales sur les résultats obtenus et dont il y a lieu de tenir compte dans l'appréciation de telle ou telle constatation, sans quoi l'on pourrait être amené à faire des erreurs d'interprétation.

Enfin nous nous efforcerons d'expliquer, dans la mesure

où nous croirons pouvoir le faire, le mécanisme de certaines des manifestations circulatoires que nous allons exposer.

I. — *Comparaison des données des courbes (1) et (7)
avant et après une série d'exercices*

Au repos, la courbe (7) prise dans la même attitude que la courbe (1), donne comparativement avec cette dernière une Mx inférieure dont la diminution est plus marquée et plus constante chez les adultes que chez les adolescents, une Mn également inférieure avec diminution équivalente pour les deux catégories de sujets, mais non constante, enfin un accroissement de l'indice oscillométrique peu important chez les adolescents, notable chez les adultes où il est constant, ne l'étant pas chez les premiers.

Après une série d'exercices, de (1) *bis* à (7) *bis*, les variations de la Mx sont de même sens, plus accentuées et plus constantes ; celles de la Mn ont à peu de chose près la même grandeur qu'au repos, et celles de l'indice sont de sens contraire, cet indice présentant chez les adultes une diminution assez fréquente en (7) *bis*, alors que chez les adolescents il oscille autour de la même valeur.

D'autre part, la comparaison de la première courbe au repos avec la première courbe enregistrée après une série d'exercices montre que la Mx s'accroît sensiblement chez les adultes et médiocrement chez les lycéens, où il n'y a pas de constance à l'augmentation ; la Mn reste sensiblement au même niveau pour les deux groupes de sujets ; l'indice s'accroît le plus souvent chez les adultes, mais a une tendance à diminuer chez les adolescents.

En ce qui concerne le pouls, sa fréquence au repos est

plus grande chez les jeunes sujets au moment de la première exploration sphygmomanométrique. On note une élévation légère de cette fréquence à la 7^e mesure, mais plus marquée pour les adultes.

Après les exercices, si le pouls s'accélère notablement, cette accélération est moindre pour les adolescents, et après la 7^e mesure elle n'a pas diminué chez ces derniers et a peu fléchi chez les autres.

APPRÉCIATION DES FAITS

Courbes (1) et (7). Tension résiduelle. — Nous avons expliqué au début de ce travail ce que nous entendions par tension résiduelle et montré l'utilité de noter ce phénomène dans nos observations, pour en tenir compte dans l'appréciation des faits constatés, puisque chaque série de mensurations nécessitait une succession de compressions susceptibles de modifier peu à peu l'état de tonicité du segment artériel exploré.

En opposant (1) à (7) nous venons de résumer les constatations faites à ce sujet.

Si ce phénomène, d'ordre local, semble assez net chez les adultes en ce qui concerne la Mx, toutes réserves faites sur d'autres influences qui auraient pu intervenir dans une certaine mesure, et s'il paraît le plus souvent accompagné d'un accroissement sensible de l'indice, il est moins apparent chez les adolescents dont l'indice ne subit aussi que peu de changement. Par contre, il se manifeste d'une manière notable du côté de la Mn pour l'ensemble de nos sujets (chute moyenne de 1, 4 et de 1, 3 cm. de Hg.), ce qui est en opposition avec les conclusions de la plupart des auteurs que nous avons cités à propos de cette question.

TABLEAU
des données des courbes (1) et (7) et de leurs variations

1° Avant les exercices

<i>Joinville</i> —	Variations de (1) à (7)	<i>Lycées</i> —	Variations de (1) à (7)	<i>Joinville</i> —	<i>Lycées</i> —
Mx (1) : 13, 2	— 1, 3	12, 8	— 0,5	(1) > (7) : 6 cas	10 cas
— (7) : 11, 9		12, 3		— = — : 1 —	3 —
				— < — : 1 —	4 —
Mn (1) : 7, 5	— 1, 4	7, 4	— 1, 3	— > — : 6 —	13 —
— (7) : 6, 1		6, 1		— = — : 2 —	3 —
				— < — : 0 —	1 —
Io* (1) : 3, 4	+ 1, 3	3, 3	+ 0, 4	— > — : 0 —	3 —
— (7) : 4, 7		3, 7		— = — : 0 —	3 —
				— < — : 8 —	11 —
P* (1) : 71	+ 6	90	+ 2	— > — : 0 —	5 —
— (7) : 77		92		— = — : 1 —	3 —
				— < — : 7 —	8 —

2° Après les exercices

Mx (1) ^{bis} : 14, 5	— 2, 8	13, 2	— 1, 3	(1) ^{bis} > (7) ^{bis} : 8 cas	15 cas
— (7)— : 11, 7		11, 9		— = — : 0 —	0 —
				— < — : 0 —	2 —
Mn (1)— : 7, 4	— 1, 5	7, 2	— 1, 2	— > — : 7 —	14 —
— (7)— : 5, 9		6		— = — : 1 —	2 —
				— < — : 0 —	1 —
Io (1)— : 4, 3	— 0, 5	3	0	— > — : 4 —	10 —
— (7)— : 3, 8		3		— = — : 3 —	0 —
				— < — : 1 —	7 —
P (1)— : 102	— 6	108	0	— > — : 6 —	7 —
— (7)— : 96		108		— = — : 2 —	3 —
				— < — : 0 —	7 —

(*) **Io** : abréviation de : indice oscillométrique.

(*) **P** : abréviation de : nombre de pulsations à la minute.

TABLEAU
des données des courbes (1) et (1) bis et de leurs variations

<i>Joinville</i> —	Variations de (1) à (1) bis	<i>Lycées</i> —	Variations de (1) à (1) bis	<i>Joinville</i> —	<i>Lycées</i> —
Mx (1) : 13, 2	+ 1, 3	12, 8	+ 0, 4	(1) > (1) ^{bis} : 2 cas	4 cas
— (1) ^{bis} : 14, 5		13, 2		— = — : 1 —	5 —
				— < — : 5 —	8 —
Mn (1) : 7, 5	— 0, 1	7, 4	— 0, 2	— > — : 4 —	8 —
— (1) ^{bis} : 7, 4		7, 2		— = — : 1 —	4 —
				— < — : 3 —	5 —
Io (1) : 3, 4	+ 0, 9	3, 3	— 0, 3	— > — : 2 —	9 —
— (1) ^{bis} : 4, 3		3		— = — : 0 —	1 —
				— < — : 6 —	7 —
P (1) : 71	+ 31	90	+ 18	— > — : 0 —	2 —
— (1) ^{bis} : 102		108		— = — : 0 —	0 —
				— < — : 8 —	15 —

La baisse de Mx et celle de Mn, ainsi que l'augmentation d'amplitude de l'indice trouveraient une explication facile dans ce principe énoncé par Marey : « ...tout arrêt de la circulation laisse les vaisseaux atones et leur atonie est d'autant plus prononcée que l'arrêt de la circulation a duré plus longtemps ». Mais il est possible aussi que des influences tenant aux conditions d'expérimentation interviennent pour masquer les valeurs réelles de la résiduelle. Est-ce que, par exemple, la chute de la Mn ne serait pas, en partie tout au moins, la conséquence de celle qu'elle avait déjà présentée dans le décubitus, comme nous le verrons plus loin ? Faisons observer néanmoins que le décubitus provoque un ralentissement du pouls très probablement favorable à cette chute, alors qu'en (7) le rythme

est revenu à son taux initial, quand encore il ne s'est pas accéléré.

D'autre part, chez les lycéens, cette atténuation du phénomène pour la Mx ne serait-elle pas due à une réaction vaso-motrice particulière inhérente à leur constitution d'adolescents ? Ainsi pourrait-on supposer qu'un minime facteur de trouble, tel le mouvement effectué pour changer d'attitude (passage de (6) couché à (7) debout) suffirait à donner une sorte de coup de fouet à l'impulsion cardiaque, d'où relèvement de la Mx, et à réveiller la tonicité artérielle qui retrouverait sa valeur initiale (celle de (1), d'où stabilité de l'indice. Il serait permis de penser également, chez ces sujets, à une résistance plus grande à l'action inhibitrice des compressions répétées, d'où moindre atonie vasculaire, tout au moins au niveau même de la constriction du brassard, si non dans le territoire capillaire situé en aval et dont l'hypotonie relative donnerait l'explication de l'abaissement de la Mn plus accentué que celui de la Mx. Il faut aussi tenir compte de ce que le calibre artériel des jeunes gens est probablement moindre, ce qui doit avoir pour conséquence une plus faible expansion vasculaire au passage de l'ondée sanguine, en sorte que les variations de l'indice seraient moins apparentes que chez les adultes. Par contre, il y a lieu de noter que la pression différentielle de ces derniers n'a pas de tendance à s'accroître en (7), contrairement à ce qui se produit chez les lycéens, alors que son augmentation est précisément une cause susceptible d'amplifier l'indice, quand il n'y a pas de modification du côté de la tonicité artérielle.

Pour conclure, si l'opposition des courbes (1) et (7) fait apparaître le phénomène de la tension résiduelle, elle montre

aussi que les adolescents semblent conserver mieux leur éréthisme artériel sous les influences paralysantes, ou bien présenter une réactivité vaso-motrice sensible aux faibles excitations et associée peut-être à une excitabilité cardiaque plus vive.

Courbes (1) et (1) bis. Influence des exercices. — Si les observations des nombreux expérimentateurs qui ont étudié l'action du travail musculaire sur la tension artérielle n'aboutissent pas toujours aux mêmes résultats, cela est dû à la variété des méthodes utilisées et des conditions expérimentales réalisées. Néanmoins, de l'ensemble des travaux qui ont été publiés, il se dégage que l'exercice élève la pression, que la fatigue l'abaisse. Mais encore faut-il considérer l'entraînement du sujet, la durée de l'exercice, son intensité. De plus, il a été observé que certains exercices élèvent la tension et que d'autres l'abaissent. Ainsi quelques mouvements de suédoise auraient pour effet de l'amoindrir, de tels mouvements facilitant la circulation périphérique : « ils n'agissent pas sur le cœur pour en augmenter l'effet, mais seulement sur les vaisseaux pour en faciliter la déplétion » (Lagrange). Potain écrivait en 1902 : « un travail musculaire notable élève toujours la pression, pourvu qu'il soit modéré et peu prolongé ». Gallavardin, considérant l'entraînement progressif et gradué, dit qu'il façonne les masses musculaires, harmonise leur fonctionnement parallèle et règle le jeu des réactions vaso-motrices (dilatatrices) de secours, sans avoir aucune raison de conduire à l'hypertension ou à l'hypertrophie cardiaque. Cet auteur estimant que l'effort exige moins une pression élevée qu'une quantité plus grande de sang écrit : « La *réaction cardiaque idéale*, dans l'effort, serait celle qui, sans augmenter la

pression intra-aortique, assurerait à l'arbre circulatoire et notamment aux vaisseaux des muscles en contraction un *débit* sanguin plus considérable. » Il admet qu'au delà des limites de l'adaptation cardiaque parfaite apparaît une *hypertension de secours*, d'autant plus précoce que l'effort est plus intense ou plus prolongé et le sujet moins entraîné, et que c'est un déséquilibre léger et passager de la circulation qui trahit l'impuissance dans laquelle se trouve le cœur d'augmenter son débit sans exhausser du même coup la pression artérielle. Mais le cœur suffit à sa tâche par ce stratagème. Si nous lui demandons un effort disproportionné à sa capacité de réserve, alors apparaît une *hypotension de faiblesse* : épuisement, anhélation traduisant cette sorte d'insuffisance circulatoire aiguë et étant la preuve que le cœur n'a pas été capable de servir convenablement les muscles.

Le cadre de ce travail ne nous permet pas de nous étendre plus sur les recherches qu'a suscitées cette intéressante question des réactions tensionnelles à l'effort. Le lecteur trouvera dans la bibliographie quelques indications relatives à ce sujet.

Mieux que toutes les autres courbes de la série *bis*, la première que nous avons enregistrée aussitôt que possible après la cessation de la leçon de gymnastique doit nous dire l'influence de cette leçon sur la tension artérielle, la courbe similaire (1) servant de point de comparaison.

Nous observons en (1) *bis* l'accroissement de la Mx dans la plupart des cas, mais avec des variantes d'un sujet à un autre, conséquence probable du dosage des exercices (durée, violence, intervalles de repos) et aussi du temps écoulé entre la prise de cette courbe et du dernier travail

exécuté, dont la durée ou l'intensité était variable, sans parler du mode de réaction circulatoire propre à chaque individu. C'est ainsi que dans quelques observations nous avons constaté un peu d'essoufflement et de transpiration succédant à une épreuve d'endurance ou de vitesse ou de force. Pour ces cas, d'ailleurs, il y avait en général élévation de la Mx. Au contraire, les quelques cas, chez les lycéens, où nous avons noté une chute de la Mx, répondent à des séances de gymnastique moins actives, ce qui permet de ne pas imputer cette baisse à l'état de fatigue du sujet.

D'autre part, la Mn ne subit pas de fluctuations bien sensibles, de sorte qu'en moyenne son niveau reste proche de celui de (1).

Par contre, nous avons fait observer les divergences de la valeur d'indice pour les deux groupes de sujets, tandis que le pouls a partout accéléré notablement son rythme, à deux exceptions près.

Pour l'interprétation de ces faits, en ce qui concerne les élèves de Joinville, il faut admettre qu'au moment de nos mensurations existait un accroissement de l'énergie systolique, concomitamment à une notable accélération du rythme cardiaque (passé de 71 pulsations en (1) à 102 en (1) *bis*).

Les légères oscillations de la Mn semblent indiquer que le système capillaire permettait l'écoulement normal du fleuve sanguin, quelqueait été l'accroissement de son débit.

Quant à l'amplitude de l'indice, elle paraît tenir surtout au relèvement de l'énergie ventriculaire et de son débit dans l'unité de temps, sinon pour chaque systole, plus qu'à une diminution de la tonicité artérielle, celle-ci nous faisant plutôt l'effet d'avoir été exaltée à la suite du travail muscu-

laire, ainsi que nous le verrons en analysant les autres courbes.

Une interprétation semblable peut être appliquée aux variations constatées chez les lycéens, mais en tenant compte de la tendance moindre à l'élévation de la Mx, qui expliquerait la plus grande stabilité moyenne de l'indice, tandis que le rythme passe de 90 à 108, soit une augmentation plus faible que celle des joinvillais.

Si, ces différences doivent être attribuées surtout à un mode de réaction particulier à cet âge, elles semblent alors tenir à la mobilisation d'une masse sanguine proportionnellement inférieure ; c'est-à-dire qu'à la suite des exercices, le cœur n'augmenterait pas son débit d'une façon aussi marquée que chez les adultes. Peut-être aussi la réplétion ventriculaire se fait-elle comparativement moins bien du fait de l'accélération cardiaque — pourtant moins accentuée — condition défavorable à l'accroissement de l'énergie ventriculaire et à celle du débit de chaque systole.

Courbes (1) bis et (7) bis. Tension résiduelle après les exercices. — De l'une à l'autre de ces courbes les variations de la Mn et du pouls restent assez semblables à celles observées avant les exercices. Celles de la Mx et de l'indice sont au contraire différentes. C'est qu'ici, aux influences locales invoquées précédemment (compressions répétées) s'ajoutent les effets du repos qui aura sans doute favorisé le retour de l'impulsion systolique vers sa valeur initiale. Il n'en reste pas moins que l'état du régime circulatoire se trouve encore modifié, puisque malgré ce repos de 9 à 12 minutes l'accélération du cœur subsiste, ne présentant qu'une insignifiante décroissance.

Adultes : La chute de la Mx en (7) bis, revenue sensible-

ment au niveau de (7) traduit l'influence du repos et, pour une part difficile à évaluer, celle de la résiduelle. Le système vaso-moteur peut se trouver en effet dans un état de réactivité particulier, distinct de celui qu'il présentait avant les exercices, d'où la possibilité d'une réaction différente vis-à-vis des facteurs locaux, tels que la compression prolongée ou répétée. Ainsi, la diminution de l'indice en (7) *bis* fait penser à une plus grande résistance aux effets inhibiteurs des constriction successives. Mais si l'énergie ventriculaire s'est amoindrie en (7) *bis*, on conçoit qu'à tonicité artérielle égale, l'indice ait pu se réduire. Seulement il y a lieu de considérer qu'avant la leçon de gymnastique nous avons observé une augmentation de l'indice en (7) par rapport à (1). Après cette leçon, non seulement la variation est de sens contraire, mais encore la valeur de l'indice en (7) *bis* est inférieure à ce qu'elle était en (7). Ceci semble confirmer la supposition que nous faisons précédemment d'une exaltation de la tonicité artérielle à la suite d'un travail musculaire assez important. Mais peut-être ne faudrait-il pas en exagérer la manifestation. Car il faut estimer qu'avec l'action du repos le débit ventriculaire doit diminuer en raison de la décroissance des besoins de l'irrigation de l'aire musculaire, besoins qui s'atténuent sans doute au fur et à mesure que se prolonge ce repos. Or si le débit de chaque systole va en s'affaiblissant, corrélativement à un amoindrissement de l'énergie ventriculaire, ne doit-il pas s'en suivre une baisse de l'indice, à condition toutefois que l'écoulement du sang dans les capillaires continue à s'effectuer avec la même facilité ? Le niveau de la Mn, dite pression constante, paraît témoigner de ces bonnes conditions d'écoulement.

Par ailleurs, le maintien de l'accélération cardiaque en (7) *bis* entraîne sans doute la conservation d'une certaine accentuation du débit ventriculaire dans l'unité de temps, et qui pourrait ne pas rester sans influence sur la valeur de l'indice, mais que l'on s'attendrait alors à voir plutôt augmenter.

Il est aussi permis de se demander si la stabilité de cette accélération ne dépend pas dans une certaine mesure de ce qu'il subsiste encore un état de dilatation capillaire accentué, favorable à l'écoulement du sang, d'où il résulterait ce que Marey a ainsi formulé : « *Le cœur bat d'autant plus vite qu'il éprouve moins de peine à se vider.* »

En résumé, les données des courbes enregistrées après les exercices permettent de faire état de certains éléments qui participent très vraisemblablement aux modifications du régime circulatoire, et de penser qu'eux-mêmes se transforment ou changent de valeur au cours du repos observé dans l'intervalle qui sépare (1) *bis* de (7) *bis*, rendant ainsi moins aisée l'appréciation du phénomène de la tension résiduelle. Il en résulte que la difficulté de savoir pour quelle part l'intervention de celui-ci peut-être envisagée, empêche de bien saisir le rôle que chacun de ces éléments est encore susceptible de jouer dans la détermination de la courbe (7) *bis*.

Adolescents : A ceux-ci peuvent s'appliquer des considérations de même ordre. Qu'il suffise de rappeler que la chute de la Mx en (7) *bis* est moins importante que chez les adultes, conséquence de ce que son ascension en (1) *bis* était plus faible que chez ces derniers. A noter en même temps les oscillations minimales de l'indice, dont le niveau tend à rester stable en moyenne. Il ne semble pas, en tout

cas, que le travail musculaire ait ajouté grand chose, tout au moins au moment de (7) *bis*, à cette réactivité vasomotrice que nous invoquions précédemment au sujet de ces jeunes gens, eu égard aux faits relevés chez eux avant les exercices, en opposant (1) à (7).

Bien que n'ayant pas encore analysé les autres courbes, qu'il nous soit permis de faire observer dès maintenant que les valeurs de l'indice, après les exercices, se trouvent généralement inférieures à ce qu'elles étaient avant pour chacune des mensurations correspondantes, à l'exception toutefois des courbes (1) et (2) où le phénomène est moins apparent. Il en est d'ailleurs de même en ce qui concerne les adultes, exception faite aussi de (1) et (2). Ces variations de l'indice ressortent nettement sur les graphiques I et II.

II. — *Influence des changements d'attitude du corps.*

Comparaison des données des courbes (1), (4) et (7) avant et après une série d'exercices.

La courbe (4) prise dans l'attitude horizontale avant les exercices, brassard au niveau du cœur, indique, comparativement à la courbe (1), une baisse importante de la Mx, plus constante et plus marquée chez les adultes que chez les adolescents, une baisse plus grande encore de la Mn et absolument constante pour tous les sujets, d'où un accroissement très fréquent de la pression différentielle, enfin une augmentation très forte de l'amplitude de l'indice, toujours constante, mais plus accentuée chez les élèves de Joinville.

La même comparaison, après les exercices, fait apparaître une baisse plus marquée de la Mx, cette fois cons-

tante pour Joinville et presque constante chez les élèves des lycées. La Mn tend au contraire à présenter une diminution légèrement moins accentuée, qui reste néanmoins constante, à l'exception d'un cas chez les adolescents. L'indice s'amplifie encore, mais beaucoup moins, surtout chez les adultes où l'accroissement est cette fois inférieur à celui des lycéens.

L'opposition des deux courbes enregistrées dans la position couchée, brassard au cœur, l'une avant les exercices, l'autre après, montre des variations peu importantes, tantôt en plus, tantôt en moins, pour les Mx et les Mn. Par contre, l'indice est le plus souvent moins grand après les exercices.

La courbe (7) prise dans l'attitude verticale à la fin des mensurations, mise en regard de la courbe (4) prise dans l'attitude horizontale, présente un relèvement faible et inconstant de la Mx pour les deux catégories de sujets, un relèvement plus marqué de la Mn pour Joinville et presque constant, tandis qu'il est encore assez faible et inconstant chez les lycéens, et cela après comme avant les exercices, ce relèvement des Mx et Mn se trouvant généralement moindre après les exercices. Quant à l'indice, il redescend d'une valeur importante chez tous les sujets, également avant et après les exercices.

En ce qui concerne le pouls, le passage de la verticale à l'horizontale détermine toujours une diminution notable de son rythme (sauf un cas à Joinville), plus marquée chez les adolescents. Cette diminution s'accroît après les exercices, mais surtout chez les adultes.

Il y a de nouveau augmentation du rythme dans le

retour à l'orthostatisme, après l'enregistrement de la courbe (7), cette augmentation étant la même pour les deux groupes de sujets avant les exercices, et à la suite de ceux-ci se trouvant encore aussi marquée chez les lycéens mais moindre chez les élèves de Joinville.

APPRÉCIATION DES FAITS

Avant les exercices. — Les données de la courbe (4), qui répond à l'attitude couchée, main au cœur, sont très différentes de celles de la courbe (1). Nous avons cru devoir les comparer également à celles de la courbe (7) dont elles paraissent beaucoup plus rapprochées, ce qui pourrait donner à penser que les variations observées en (4) relèveraient des mêmes causes que celles notées en (7). Mais si l'on doit tenir compte de l'action possible de ces causes dès la 4^e mensuration (faite en moyenne 5 à 6 minutes après le début de la première), nous ne pensons pas qu'elles seules interviennent. Le décubitus exerce manifestement une influence importante pour transformer l'état du régime circulatoire existant dans l'orthostatisme, déterminant des modifications d'ordre cardiaque, d'une part, ainsi qu'en témoigne le ralentissement du rythme du cœur, et d'ordre vasculaire d'autre part, comme le montre l'accroissement constant et très important de l'indice oscillométrique.

Les effets des changements de position du corps sur la tension artérielle ont été étudiés déjà par un certain nombre d'expérimentateurs dont les conclusions sont contradictoires. Marey notamment a écrit¹ : « Dans l'attitude verti-

1. *Loc. cit.*, § 220.

T A B L E A U
des données des courbes (1) et (4) et de leurs variations

1° Avant les exercices

<i>Joinville</i> —	<i>Variations</i> de (1) à (4)	<i>Lycées</i> —	<i>Variations</i> de (1) à (4)	<i>Joinville</i> —	<i>Lycées</i> —
Mx (1) : 13, 2	— 1, 6	12, 8	— 1	(1) > (4) : 6 cas	12 cas
— (4) : 11, 6		11, 8		— = — : 2 —	5 —
Mn (1) : 7, 5	— 2, 3	7, 4	— 1, 8	— < — : 0 —	0 —
— (4) : 5, 2		5, 6		— > — : 8 —	17 —
Io (1) : 3, 4	+ 2, 7	3, 3	+ 1, 9	— = — : 0 —	0 —
— (4) : 6, 1		5, 2		— < — : 0 —	0 —
P (1) : 71	— 11	90	— 15	— > — : 8 —	17 —
— (4) : 60		75		— = — : 1 —	0 —
				— < — : 0 —	0 —

2° Après les exercices

Mx (1) ^{bis} : 14, 5	— 2, 7	13, 2	— 1, 5	(1) ^{bis} > (4) ^{bis} : 8 cas	14 cas
— (4) : 11, 8		11, 7		— = — : 0 —	1 —
Mn (1) : 7, 4	— 2	7, 2	— 1, 5	— < — : 0 —	2 —
— (4) : 5, 4		5, 7		— > — : 8 —	16 —
Io (1) : 4, 3	+ 0, 9	3	+ 1, 4	— = — : 0 —	0 —
— (4) : 5, 2		4, 4		— < — : 0 —	1 —
P (1) : 102	— 20	108	— 18	— > — : 1 —	1 —
— (4) : 82		90		— = — : 0 —	0 —
				— < — : 0 —	0 —

TABLEAU

des données des courbes (4) et (4) bis et de leurs variations

Joinville —	Variations de (4) à (4) bis	Lycées —	Variations de (4) à (4) bis	Joinville —	Lycées —
Mx (4) : 11, 6	+ 0, 2	11, 8	— 0, 1	(4) > (4) ^{bis} : 4 cas	7 cas
— (4) ^{bis} : 11, 8		11, 7		— = — : 1 —	4 —
				— < — : 3 —	6 —
Mn (4) : 5, 2	+ 0, 2	5, 6	+ 0, 1	— > — : 4 —	2 —
— (4) ^{bis} : 5, 4		5, 7		— = — : 1 —	11 —
				— < — : 3 —	4 —
Io (4) : 6, 1	— 0, 9	5, 2	— 0, 8	— > — : 5 —	14 —
— (4) ^{bis} : 5, 2		4, 4		— = — : 3 —	1 —
				— < — : 0 —	2 —
P (4) : 60	+ 22	75	+ 15	— > — : 0 —	1 —
— (4) ^{bis} : 82		90		— = — : 0 —	0 —
				— < — : 8 —	16 —

TABLEAU

des données des courbes (4) et (7) et de leurs variations

1° Avant les exercices

Joinville —	Variations de (4) à (7)	Lycées —	Variations de (4) à (7)	Joinville —	Lycées —
Mx (4) : 11, 6	+ 0, 3	11, 8	+ 0, 5	(4) > (7) : 3 cas	4 cas
— (7) : 11, 9		12, 3		— = — : 3 —	4 —
Mn (4) : 5, 2	+ 0, 9	5, 6	+ 0, 5	— < — : 2 —	9 —
— (7) : 6, 1		6, 1		— > — : 1 —	2 —
Io (4) : 6, 1	— 1, 4	5, 2	— 1, 5	— = — : 1 —	7 —
— (7) : 4, 7		3, 7		— < — : 6 —	8 —
P (4) : 60	+ 17	75	+ 17	— > — : 7 —	17 —
— (7) : 77		92		— = — : 0 —	0 —
				— < — : 1 —	0 —
				— > — : 0 —	1 —
				— = — : 0 —	0 —
				— < — : 8 —	15* —

2° Après les exercices

Mx (4) ^{bis} : 11, 8	— 0, 1	11, 7	+ 0, 2	(4) ^{bis} > (7) ^{bis} : 2 cas	5 cas
— (7) — : 11, 7		11, 9		— = — : 3 —	5 —
Mn (4) — : 5, 4	+ 0, 5	5, 7	+ 0, 3	— < — : 3 —	7 —
— (7) — : 5, 9		6		— > — : 1 —	3 —
Io (4) — : 5, 2	— 1, 4	4, 4	— 1, 4	— = — : 1 —	8 —
— (7) — : 3, 8		3		— < — : 6 —	6 —
P (4) — : 82	+ 14	90	+ 18	— > — : 8 —	17 —
— (7) — : 96		108		— = — : 0 —	0 —
				— < — : 0 —	0 —
				— > — : 0 —	1 —
				— = — : 0 —	0 —
				— < — : 8 —	16 —

(*) Un cas n'a pas été noté en (7).

cale, la pesanteur est favorable au cours du sang, dans la plupart des régions du corps ; elle tend donc à diminuer la pression artérielle. Dans l'attitude assise et surtout dans la position couchée, la pesanteur agit défavorablement sur le cours du sang. » Potain, Hausen, Karrenstein, Villaret, Oliver et d'autres encore ont admis que la tension artérielle était moins élevée debout que couché. Suivant Barach et Marks, cités par de Meyer, le passage de la verticale à l'horizontale détermine une augmentation de la Mx et une diminution de la Mn. Après 5 minutes de décubitus, quand le sujet repasse à la verticale, la Mx diminue alors que la Mn augmente. Pour R.-J. Lee, la tension artérielle serait la même debout et couché.

Les recherches de Pron, Henry Sewal, Prével, ont donné des résultats nettement en opposition à ceux des auteurs précédents. Ainsi, dans une communication à la Société de Biologie, Pron conclut : « dans la plupart des cas, la pression artérielle est plus élevée dans la position debout que dans la position couchée »... « Inversement, l'amplitude des pulsations est, d'une façon presque constante, plus grande dans le décubitus. »

Les variations que nous avons observées dans nos courbes se sont manifestées dans le sens indiqué par ces derniers auteurs. Leur interprétation nous semble peu aisée, parce qu'elles résultent des modifications d'un régime hydraulique qui ne dépend pas seulement d'actions mécaniques (pesanteur, vitesse d'écoulement, résistances au passage du sang), mais aussi d'actions nerveuses complexes agissant différemment dans les divers territoires de l'organisme et dont il ne nous a pas été donné de déceler la plupart des manifestations, et moins encore leur importance.

Néanmoins il est permis de rechercher par quelle sorte de mécanisme ont pu se produire la chute des valeurs maxima et minima de la tension artérielle, l'augmentation de l'amplitude oscillatoire et le ralentissement du rythme cardiaque, dans le passage de la verticale à l'horizontale.

Le ralentissement du pouls dans le décubitus favorise peut-être l'évacuation capillaire, par le fait de l'augmentation de l'intervalle qui sépare deux systoles consécutives, ce qui entraînerait une baisse tensionnelle, en vertu de cette loi de Marey¹ : « *Tout ce qui accroit ou diminue les résistances que le sang éprouve à sortir des artères fera varier la vitesse et la tension artérielle en sens inverse l'une de l'autre* ». Ce qui facilite l'évacuation de l'ondée systolique dans le réseau capillaire diminue d'autant le barrage périphérique et entraîne une baisse adéquate de la Mn. Par contre-coup, la Mx décroît, puisque le cœur règle son effort sur la résistance qu'il a à vaincre (Marey).

Par contre, il faut observer que si les ondes systoliques ont diminué de fréquence dans le décubitus, elles ont peut-être — et c'est même probable, comme nous le verrons plus loin — accru leur débit, de telle sorte que le volume de sang qui doit passer dans les capillaires dans l'unité de temps reste le même et que le barrage n'en subit pas de modification. On serait alors tenté d'attribuer plutôt cette baisse de la pression constante à des actions vaso-motrices, portant notamment sur le réseau capillaire pour le détendre et faciliter l'écoulement du sang artériel.

Il est possible en outre que la position horizontale ait une action favorable sur la circulation veineuse de retour et contribue ainsi à réduire le barrage périphérique.

1. *Loc. cit.*, § 209, Loi II.

Un expérimentateur cité plus haut, Henry Sewal, a observé, lui aussi, que la pression sanguine est plus élevée debout que couché. Il suppose qu'il se produit dans le changement de position une vaso-constriction splanchnique pour empêcher l'anémie cérébrale qui résulterait de l'accumulation de sang dans les parties déclives. Le mécanisme inverse agirait donc quand le sujet passe à l'horizontale. L'hypotension du décubitus résulterait ainsi d'un balancement vaso-moteur.

Si Marey estimait que la pesanteur agit défavorablement sur la circulation dans le décubitus, un autre expérimentateur, Prével¹, qui a pratiqué de nombreuses explorations oscillométriques, a été conduit à une conclusion tout opposée en étudiant les variations de la masse sanguine en circulation qu'il divise en une masse circulante et une masse stagnante, celle-ci plus ou moins importante et pouvant être mobilisée du fait de la position couchée ou renversée, et mieux si l'on ajoute l'action du massage ou de l'exercice. « En modifiant et en diminuant l'action de la pesanteur, par le passage en positions horizontales, nous facilitons l'écoulement de la masse sanguine vers le cœur placé alors sensiblement sur le même plan, la masse s'augmente de tout ce qui, sous l'influence de la pesanteur, s'était attardé, stagnant dans les vaisseaux de tous calibres ; l'effort du cœur diminue en même temps que la résistance qu'il a à vaincre. »

Et cet auteur, grâce à une interprétation particulière, trouve les raisons de ce qu'il avance dans le fait d'avoir précisément observé « l'augmentation d'amplitude des

1. PRÉVEL, Les variations de la masse sanguine, *Paris-Médical*, 29 sept. 1917.

oscillations s'accompagnant d'une chute des pressions maxima et minima quand on fait passer le sujet de la position debout à la position couchée ou renversée ».

Nos constatations personnelles sont semblables, toutes réserves faites sur l'influence de la tension résiduelle en (7), et que Prével n'avait sans doute pas à envisager dans ses observations, d'autant plus qu'il trouvait dans le retour à la position debout, après la série d'attitudes données au sujet, le relèvement des Mx et Mn à un niveau plus élevé que dans la position debout primitive et une chute temporaire (de 12 à 20 minutes) de l'indice de masse sanguine au-dessous de son taux initial. Nous ajouterons ces considérations : si la mobilisation d'une masse sanguine stagnante semble devoir améliorer le régime circulatoire et faciliter le travail du cœur, et si par le désencombrement vasculaire qui s'en suit elle fait baisser la Mn qui entraîne à son tour la diminution de la Mx, cette mobilisation aura pour effet d'augmenter le volume de chaque onnée systolique, et cela d'autant mieux que le rythme cardiaque s'est ralenti. La réplétion ventriculaire a en effet plus de temps pour s'accomplir, et le cœur trouve là de meilleures conditions de travail. Il ne s'en suit pas nécessairement un accroissement de son énergie, mais bien plutôt une amélioration de son rendement. L'importante élévation de l'indice en (4) témoignerait en faveur de l'augmentation du débit ventriculaire à chaque systole, traduisant une distension artérielle plus grande sous la poussée d'une onnée sanguine plus volumineuse.

Mais d'autres causes peuvent concourir à cette variation de l'indice constatée dans le passage à l'horizontale. Ainsi, nous avons relevé que la pression différentielle s'était

accrue, par suite de la baisse de la Mn plus accentuée que celle de la Mx. Cela n'équivaut-il pas à un relèvement relatif de l'impulsion cardiaque susceptible de retentir sur l'amplitude oscillatoire ? D'autre part, puisque nous avons supposé la possibilité d'une vaso-dilatation capillaire dans le décubitus, en raison des facilités particulières que la progression sanguine semble trouver dans cette attitude, il est permis de se demander si les troncs afférents ne subissent pas également une diminution de leur tonicité, sans doute à des degrés divers suivant les territoires du réseau artériel, mais suffisante néanmoins au niveau des membres pour se manifester par une plus grande distension de leurs parois sous l'impulsion cardiaque.

En ce qui concerne le ralentissement du pouls dans la position couchée, nous n'avons fait que constater un phénomène connu et étudié depuis longtemps. Son mécanisme est complexe et nous n'avons pas l'intention d'en aborder l'explication ici. Signalons toutefois le rôle du réflexe abdomino-cardiaque, qui serait sa cause prédominante selon Prével¹. Ce réflexe prendrait son origine dans les tiraillements des branches stomacales du pneumogastrique par l'action de la pesanteur sur la masse abdominale et déterminerait une accélération cardiaque orthostatique. Aussi toute mesure du rythme cardiaque devrait-elle être prise dans le décubitus, l'accélération orthostatique étant sujette à des variations parfois très étendues.

Notons également l'opinion de Pron, déjà cité, suivant qui le déséquilibre abdominal joue un rôle capital dans la tachycardie orthostatique, mais n'a que peu d'influence sur la Mx, la Mn et l'amplitude des oscillations.

1. PRÉVEL, Le réflexe abdomino-cardiaque, *Paris-Médical*, p. 138, 1917.

Les différences que nous avons relevées entre les deux groupes de sujets dans les variations que subissent les données de leurs courbes respectives par le changement de position du corps portent seulement sur la grandeur de ces variations, non sur leur sens. Elles ne méritent pas d'attirer spécialement l'attention, si ce n'est pour noter que les valeurs maxima et minima de la tension artérielle, ainsi que l'indice, décroissent plus chez les adultes, alors qu'au contraire le rythme cardiaque se ralentit plus chez les adolescents.

Après les exercices. — A ne considérer que l'étendue des variations que produit le changement d'attitude après les exercices, on observe une différence notable pour la Mx, l'indice et le pouls, surtout chez les adultes, avec les variations enregistrées avant ces exercices. Pour apprécier à sa juste valeur l'influence de ceux-ci, il est nécessaire de tenir compte des considérations émises au sujet de l'opposition des courbes (1) *bis* et (7) *bis*, notamment en ce qui concerne le repos, moindre il est vrai en (4) *bis* qu'en (7) *bis*. Ainsi, les valeurs de la Mx et de la Mn se retrouvent en (4) *bis* sensiblement au même niveau qu'en (4), ce qui laisse à penser que le repos dû aux 4 à 5 minutes employées à des mensurations a déjà fait disparaître en grande partie l'action du travail musculaire sur la tension artérielle. Mais d'autres modifications subsistent, celles du rythme cardiaque et de l'indice, indiquant bien que le régime circulatoire n'est pas non plus revenu à son état primitif pour cette attitude horizontale.

Notons de suite que la décroissance du rythme est plus accentuée par le changement d'attitude à la suite des exercices, surtout chez les adultes pour lesquels le repos

n'est pas sans influence à cet égard ; car l'accélération orthostatique sera ensuite moins élevée, de peu il est vrai.

L'indice se comporte de toute autre manière qu'avant les exercices. S'il peut paraître normal qu'il ne s'accroisse pas autant de (1) *bis* à (4) *bis* que de (1) à (4), eu égard à la grande pression différentielle en (1) *bis*, on s'attendrait néanmoins à ne pas voir son amplitude en (4) *bis* inférieure à ce qu'elle était en (4), d'autant plus que la leçon de gymnastique doit avoir occasionné la mobilisation maxima de la masse sanguine stagnante dans les vaisseaux déclives.

De ce que l'indice se trouve ainsi réduit, doit-on conclure à une hypertonicité du réseau artériel, sinon du réseau capillaire, ou admettre que la quantité de sang en circulation est inférieure à ce qu'elle était avant les exercices pour la même position couchée ?

Tout d'abord, nous serions porté à envisager une modification vaso-motrice portant sur les troncs artériels à la suite du travail musculaire, celui-ci paraissant provoquer un certain degré d'élévation du tonus artériel, ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment. De plus, nous avons supposé qu'avant les exercices la position couchée déterminerait dans une certaine mesure l'atonie de ces vaisseaux. Cette atonie pourrait alors ne plus reparaître après ces exercices, expliquant, en partie tout au moins, le fléchissement de l'indice.

Ensuite il y a lieu d'invoquer les arguments que nous avons déjà présentés au sujet de la réaction de l'indice en (7) *bis* par rapport à (1) *bis*, à savoir la réduction du débit de chaque systole par suite du maintien de l'accélération des pulsations, corrélativement à la diminution de

l'irrigation des tissus musculaires dont les besoins doivent se réduire avec le repos. Ce qui ne veut pas dire que le débit cardiaque, considéré dans l'unité de temps, soit revenu à sa valeur primitive. Le niveau de la Mn indique que si une plus-value sanguine subsiste encore, le réseau capillaire suffit à sa tâche en lui ouvrant un passage suffisant pour s'écouler avec assez de rapidité, sans provoquer d'encombrement périphérique. Il est probable que ce réseau conserve un certain état de dilatation, après s'être détendu au maximum pendant le travail musculaire, au cours duquel la circulation dans les muscles peut augmenter 6 à 7 fois (Chauveau). Or, de la vitesse d'écoulement du sang dépend en partie l'état de la tension artérielle, celle-ci tendant à baisser quand la vitesse augmente (loi de Marey¹). Il est évident que la distension des artères en subit le contre-coup. Aussi, rien d'étonnant à ce qu'en (4) *bis* il puisse exister un régime circulatoire tel que la masse sanguine circulante soit supérieure à celle qui se trouvait déjà mobilisée dans la même attitude avant les exercices, soit en (4), sans que pour autant les valeurs de la tension artérielle et de l'indice se soient accrues.

De plus, nous ferons observer que si la distension des artères est sous la dépendance des valeurs maxima et minima de la pression sanguine et aussi de la vitesse d'écoulement du sang, toutes choses égales du côté de la tonicité, elle est aussi en relation avec le volume des ondes envoyées par le cœur à chaque systole. Il ne doit pas être indifférent, en effet, au point de vue de la distension d'un segment d'artère donné sous la poussée d'une onde systolique, pour une même quantité de sang passant dans ce segment dans

1. *Loc. cit.*, § 209. Loi II.

l'unité de temps, et pour des conditions semblables d'écoulement en aval du point considéré, que cette quantité de sang soit projetée dans ce segment par un nombre plus ou moins grand d'impulsions ventriculaires. Car plus le nombre d'impulsions sera grand, plus le volume de sang que chacune de celles-ci poussera dans l'artère sera petit. Il est facile de concevoir qu'à débit égal dans l'unité de temps, les artères se laissent distendre d'autant moins que les sytokes sont plus rapprochées les unes des autres.

III. — *Influence des dénivellations au-dessus du cœur.*

Main élevée au maximum

pour les deux attitudes verticale et horizontale.

Comparaison des données des courbes (1), (2), (4) et (5).

1°. — **Avant les exercices.** — La courbe (2) enregistrée avant les exercices dans l'orthostatisme, la main élevée au maximum, comparée à la courbe (1) prise dans la même attitude, la main au niveau du cœur, montre une baisse considérable et constante de la Mx qui est plus accentuée chez les adolescents, une baisse constante de la Mn, mais moins importante que celle de la Mx, et aussi plus marquée chez les adolescents, dont l'indice subit une diminution notable, cet indice s'accroissant ou s'amointrissant chez les adultes, suivant les individus, de sorte qu'en moyenne il reste stable.

La même comparaison faite dans la position couchée pour les courbes (4) et (5), donne des variations de même sens en ce qui concerne les valeurs de la Mx et de la Mn, mais plus faibles et de grandeur différente suivant la catégorie de sujets considérée. C'est ainsi que chez les adultes

la Mx ne diminue que de 22 mm. de Hg. (au lieu de 50 dans l'orthostatisme), la Mn de 27 (au lieu de 35), et que chez les lycéens nous avons une baisse de la Mx de 32 mm. (au lieu de 57) et une chute de la Mx de 25 (au lieu de 38). Quant à l'indice, il garde son niveau inférieur chez ces derniers et tend à diminuer chez les élèves de Joinville.

Des deux courbes (2) et (5) enregistrées avec la main en élévation maxima, avant les exercices, celle qui répond à l'attitude horizontale présente sur l'autre une hausse presque constante de la Mx et à peu de chose près équivalente pour les deux groupes de sujets, une baisse aussi marquée de la Mn chez les adultes, bien moindre et inconstante chez les lycéens, enfin un accroissement très notable de l'indice chez tous les sujets.

2°. — **Après les exercices.** — Les mêmes observations faites après les exercices donnent des variations de même sens, mais parfois de valeur un peu différente. Ainsi chez les adultes, la Mx fait une chute plus accentuée pour les deux attitudes verticale et horizontale quand la main est élevée au maximum, tandis que chez les lycéens cette chute reste à peu de chose près la même qu'avant les exercices. La Mn diminue comme auparavant, sauf chez les adolescents en attitude verticale, où elle décroît bien moins. Les variations de l'indice restent partout semblables, sauf chez les élèves de Joinville dans l'orthostatisme où il y a constamment une réduction de l'indice.

Il s'en suit de légères modifications dans la comparaison des deux courbes (2) *bis* et (5) *bis* prises la main élevée, en sorte que celle qui répond à la position couchée montre vis-à-vis de l'autre une hausse moins forte et moins constante de la Mx, une diminution moindre de la Mn chez les

adultes et au contraire plus accentuée chez les lycéens, tandis que l'accroissement de l'indice est partout moins important qu'il n'était avant les exercices.

Pour l'attitude verticale, main haute, les données de la courbe (2) *bis* enregistrée après les exercices comparées à celles de la courbe (2) enregistrée avant les exercices, indiquent pour l'ensemble des sujets des modifications en plus ou en moins des Mx, Mn et de l'indice, avec cependant une légère tendance à l'accroissement de la Mx, surtout chez les lycéens dont la Mn tend aussi à s'élever, tandis que celle des adultes diminuerait plutôt.

Le même rapprochement fait pour l'attitude horizontale — (5) et (5) *bis* — montre des variations également de peu d'importance, bien que cependant sur l'ensemble des sujets la Mx et surtout l'indice soient portés à baisser de valeur.

APPRÉCIATION DES FAITS

1^o. — **Surélévation maxima avant les exercices.** — Marey a étudié l'influence de la pesanteur sur la pression du sang dans les artères, et dans le cas particulier de dénivellations imprimées à un membre, il s'est ainsi exprimé¹ : « Les lois de l'hydraulique faisaient prévoir et l'expérience confirme que, si un membre est placé dans une attitude élevée, puis dans une attitude basse, la pression du sang dans ses artères sera différente dans les deux cas. L'excès de pression qu'on observera dans l'artère du membre déclive, par rapport à la valeur de la pression dans l'attitude élevée, correspondra précisément au poids d'une colonne de sang dont

1. *Loc. cit.*, § 295.

A) Tableau des variations
de la *Mx* de (1) à (2), de (4) à (5) et de (2) à (5)

1^o Avant les exercices

<i>Joinville</i>	Variations	<i>Lycées</i>	Variations	<i>Joinville</i>	<i>Lycées</i>
(1) : 13, 2		12, 8		(1) > (2) : 8 cas	17 cas
(2) : 8, 2	— 5	7, 1	— 5, 7	— = — : 0 —	0 —
(4) : 11, 6		11, 8		(4) > (5) : 8 —	17 —
(5) : 9, 4	— 2, 2	8, 6	— 3, 2	— = — : 0 —	0 —
				— < — : 0 —	0 —
de (2) à (5) :	+ 1, 2		+ 1, 5	(2) > (5) : 0 —	1 —
				— = — : 1 —	2 —
				— < — : 7 —	14 —

2^o Après les exercices

(1) ^{bis} : 14, 5		13, 2		(1) ^{bis} > (2) ^{bis} : 8 cas	17 cas
(2) ^{bis} : 8, 3	— 6, 2	7, 5	— 5, 7	— = — : 0 —	0 —
(4) ^{bis} : 11, 8		11, 7		(4) ^{bis} > (5) ^{bis} : 8 —	17 —
(5) ^{bis} : 8, 8	— 3	8, 4	— 3, 3	— = — : 0 —	0 —
				— < — : 0 —	0 —
de (2) ^{bis} à (5) ^{bis} :	+ 0, 5		+ 0, 9	(2) ^{bis} > (5) ^{bis} : 3 —	1 —
				— = — : 0 —	4 —
				— < — : 5 —	12 —
de (2) à (2) ^{bis} :	+ 0, 1		+ 0, 4	(2) > (2) ^{bis} : 2 —	6 —
				— = — : 2 —	3 —
				— < — : 4 —	8 —
de (5) à (5) ^{bis} :	— 0, 6		— 0, 2	(5) > (5) ^{bis} : 6 —	8 —
				— = — : 1 —	3 —
				— < — : 1 —	6 —

B) Tableau des variations
de la *Mn* de (1) à (2), de (4) à (5) et de (2) à (5)

1° Avant les exercices

<i>Joinville</i>	Variations	<i>Lycées</i>	Variations	<i>Joinville</i>	<i>Lycées</i>
(1) : 7, 5	— 3, 5	7, 4	— 3, 8	(1) > (2) : 8 cas	17 cas
(2) : 4		3, 6		— = — : 0 —	0 —
(4) : 5, 2	— 2, 7	5, 6	— 2, 5	(4) > (5) : 8 —	17 —
(5) : 2, 5		3, 1		— = — : 0 —	0 —
				— < — : 0 —	0 —
de (2) à (5) :	— 1, 5		— 0, 5	(2) > (5) : 5 —	9 —
				— = — : 2 —	4 —
				— < — : 1 —	4 —

2° Après les exercices

(1) ^{bis} : 7, 4	— 3, 6	7, 2	— 3	(1) ^{bis} > (2) ^{bis} : 8 cas	17 cas
(2) ^{bis} : 3, 8		4, 2		— = — : 0 —	0 —
(4) ^{bis} : 5, 4	— 2, 7	5, 7	— 2, 6	(4) ^{bis} > (5) ^{bis} : 8 —	17 —
(5) ^{bis} : 2, 7		3, 1		— = — : 0 —	0 —
				— < — : 0 —	0 —
de (2) ^{bis} à (5) ^{bis} :	— 1, 1		— 1, 1	(2) ^{bis} > (5) ^{bis} : 8 —	13 —
				— = — : 0 —	3 —
				— < — : 0 —	1 —
de (2) à (2) ^{bis} :	— 0, 2		+ 0, 6	(2) > (2) ^{bis} : 2 —	2 —
				— = — : 5 —	7 —
				— < — : 1 —	8 —
de (5) à (5) ^{bis} :	+ 0, 2		0	(5) > (5) ^{bis} : 3 —	7 —
				— = — : 1 —	3 —
				— < — : 4 —	7 —

C) Tableau des variations

de l'Indice de (1) à (2), de (4) à (5) et de (2) à (5)

1° Avant les exercices

<i>Joinville</i>	Variations	<i>Lycées</i>	Variations	<i>Joinville</i>	<i>Lycées</i>
(1) : 3, 4	0	3, 3	— 1, 1	(1) > (2) : 4 cas	16 cas
(2) : 3, 4		2, 2		— = — : 3 —	1 —
(4) : 6, 1	— 0, 5	5, 2	— 1, 2	— < — : 1 —	0 —
(5) : 5, 6		4		(4) > (5) : 4 —	17 —
				— = — : 2 —	0 —
				— < — : 2 —	0 —
de (2) à (5) :	+ 2, 2		+ 1, 8	(2) > (5) : 0 —	0 —
				— = — : 0 —	1 —
				— < — : 8 —	16 —

2° Après les exercices

(1) ^{bis} : 4, 3	— 1	3	— 1	(1) ^{bis} > (2) ^{bis} : 8 cas	16 cas
(2) ^{bis} : 3, 3		2		— = — : 0 —	0 —
(4) ^{bis} : 5, 2	— 0, 4	4, 4	— 1, 1	— < — : 0 —	1 —
(5) ^{bis} : 4, 8		3, 3		(4) ^{bis} > (5) ^{bis} : 4 —	15 —
				— = — : 3 —	2 —
				— < — : 1 —	0 —
de (2) ^{bis} à (5) ^{bis} :	+ 1, 5		+ 1, 3	(2) ^{bis} > (5) ^{bis} : 0 —	0 —
				— = — : 0 —	0 —
				— < — : 8 —	17 —
de (2) à (2) ^{bis} :	— 0, 1		— 0, 2	(2) > (2) ^{bis} : 2 —	7 —
				— = — : 2 —	4 —
				— < — : 4 —	6 —
de (5) à (5) ^{bis} :	— 0, 8		— 0, 7	(5) > (5) ^{bis} : 6 —	14 —
				— = — : 1 —	0 —
				— < — : 1 —	3 —

la hauteur serait égale à la différence de niveau entre les deux positions extrêmes. »

Les cliniciens tiennent compte de ce facteur dans leurs mensurations sphrygmomanométriques et ont soin de les exécuter autant que possible au niveau du cœur. On admet pratiquement que chaque décimètre de dénivellation au-dessus ou au-dessous du cœur retire ou ajoute une charge de pression sanguine égale à 7 ou 8 mm. de Hg.

Nous avons fait observer à la fin du premier chapitre que les dénivellations n'étaient pas les mêmes dans la position couchée que dans la position debout et que la différence de niveau entre la déclivité maxima et le cœur n'était pas égale à celle qui existe entre la surélévation maxima et le cœur. Voici, relativement aux chiffres de dénivellation que nous avons donnés pour les moyennes des deux groupes de sujets, quelles seraient les *variations théoriques* des valeurs maxima et minima de la pression sanguine, si ces variations ne résultaient que de la seule pesanteur dont l'intervention devrait se faire sentir proportionnellement à la différence de niveau observée :

Joinville :

Sujet debout, dénivellation en hauteur de 55 à 57 cm.	baisse : — 43 mm. Hg.
Sujet couché, " " 40 " "	— 30 "

Lycées :

Sujet debout, " " 50 " "	— 38 "
Sujet couché, " " 35 " "	— 26 "

Dans le résumé des constatations relevées sur les courbes enregistrées en surélévation maxima pour les deux positions du corps, nous voyons que non seulement la Mx et la Mn ne présentent pas une chute proportionnelle à la diminution de charge hydrostatique répondant à la différence de niveau atteinte, mais encore ne diminuent pas paral-

lèlement, avec en outre des différences notables entre les deux groupes de sujets et entre les deux variétés de position. Par ailleurs, l'indice subit des variations qui méritent de retenir l'attention.

Il est probable que les modifications circulatoires apportées par l'artifice de la dénivellation intéressent au premier chef le domaine du membre exploré. Si cet artifice retentit sur la circulation générale, son action est alors sans doute peu importante, sinon négligeable. Nous devons néanmoins en signaler la manifestation possible, Marey en ayant constaté l'existence¹ : « L'action de la pesanteur retarde le cours du sang dans les membres tenus en élévation. Or, cet obstacle local retentit sur l'ensemble de la circulation dont tous les points sont, comme on le sait, solidaires les uns des autres. De même que si l'on comprime une artère volumineuse, la pression du sang s'élève instantanément dans toutes les autres, de même, si l'on élève un bras, l'obstacle au cours du sang dans ce membre équivaldra à un certain degré de compression de l'artère humérale et la pression s'élèvera dans les autres artères ; entre autres dans celles du bras opposé. » — « Il faut noter que l'influence des changements d'attitude d'un membre sur les artères des autres régions du corps est entièrement opposée à celle qui se produit dans le membre qui a changé d'attitude. Ainsi, l'élévation du bras droit fait baisser la tension dans les artères de ce membre, mais elle produit dans toutes les autres artères du corps une élévation de pression. »

Debout. Courbes (1) et (2). — *Chez les adultes* : Nous avons trouvé une baisse de la Mx un peu accentuée (rela-

1. *Loc. cit.*, § 297.

tivement au chiffre prévu théoriquement), en regard d'une Mn qui n'atteint pas au contraire le chiffre de baisse qu'on attendrait de la seule influence de la pesanteur. L'indice oscille autour de la même valeur qu'il avait prise au niveau du cœur.

Empruntons encore à Marey ces considérations susceptibles d'expliquer dans une certaine mesure les phénomènes observés¹ : « L'attitude d'un membre entrave ou favorise la circulation dans ses artères ; elle y fait notamment varier la vitesse du sang. Un membre élevé peut être considéré comme soumis à une diminution de la force impulsive du cœur : celle-ci est contrebalancée par le poids de la colonne de sang que représente la hauteur du membre. La vitesse du sang est nécessairement diminuée par l'élévation du membre dont l'artère est explorée avec l'hémodromographe. » En outre, cette loi² qui préside aux rapports de la vitesse du sang à la tension artérielle : « *Tout ce qui accroît ou diminue la force qui pousse le sang du cœur vers la périphérie fait varier dans le même sens la vitesse du sang et la tension artérielle.* » Et Marey ajoute : « En élevant un membre, on y diminuera à la fois la vitesse et la tension artérielle ; en l'abaissant toutes deux s'accroîtront à la la fois. »

Cette diminution de la vitesse du sang dans le membre en élévation, corrélativement à une réduction de la force impulsive du cœur (toute relative bien entendu), peut rendre moins aisée la progression du courant artériel à travers les capillaires. Un léger encombrement périphérique en serait la conséquence et se traduirait par cette

1. *Loc. cit.*, § 208.

2. *Loc. cit.*, § 209. Loi I.

hausse relative de la Mn, puisque la valeur de cette dernière ne s'abaisse pas d'autant que celle de la Mx. De plus, Marey a fait observer que l'élévation d'un membre détermine à son extrémité, où se produit la plus grande dénivellation, un resserrement des capillaires, autre cause de ralentissement du passage du sang, capable d'expliquer aussi la variation particulière de la Mn de (1) à (2).

Si l'on peut admettre des modifications vaso-motrices dans le territoire capillaire, y a-t-il lieu d'en invoquer au niveau des troncs artériels afférents ? Nos courbes ne semblent pas en avoir manifesté de bien nettes, du moins chez les sujets considérés en ce moment.

Chez les lycéens : Pour une dénivellation moindre, nous trouvons en (2) une chute plus accentuée encore de la Mx, tandis que la Mn semble s'abaisser de la valeur que faisaient prévoir les principes d'hydraulique invoqués précédemment.

Ceci paraît en contradiction avec les considérations que nous venons d'émettre au sujet des élèves de Joinville, puisque la diminution relative de force impulsive du cœur se trouve proportionnellement beaucoup plus accentuée, et la pression différentielle s'étant aussi très amoindrie, ce qui devrait d'autant contribuer à diminuer la vitesse d'écoulement du sang dans les capillaires ; et inversement nous trouvons que cet écoulement doit s'effectuer un peu plus aisément, la baisse de la Mn étant plus marquée, bien que non parallèle à celle de la Mx. Mais un autre facteur est à prendre en considération : c'est la chute importante de l'indice, constante (sauf un cas) chez ces sujets.

Dans l'examen de la forme et de l'étendue des courbes oscillométriques que nous avons enregistrées avec eux, la

courbe (2) s'oppose généralement à la courbe (1) d'une manière frappante par l'exiguité de son développement et la réduction de son indice. Reste à savoir dans quelle mesure cette chute de l'indice est la conséquence de la baisse si considérable de la Mx, pouvant entraîner une diminution proportionnelle de la poussée latérale qui distend les artères à chaque impulsion systolique, ou bien d'une action vaso-constrictive intéressant les troncs artériels du membre exploré, entravant le passage du sang et réduisant par ce mécanisme la masse sanguine qui progresse vers l'extrémité distale du membre. Or, l'évacuation capillaire semble suffisante, étant donnée la variation que subit la Mn, relativement à l'importance de la dénivellation. Et précisément, les facteurs invoqués précédemment à l'égard des difficultés que rencontre cette évacuation se voient renforcés de la réduction très grande de la Mx. L'hypothèse d'une vaso-constriction des troncs afférents paraît le mieux cadrer avec ces faits, puisque l'apport sanguin serait d'autant réduit, et la quantité de sang devant passer dans les capillaires ainsi diminuée trouverait de ce fait un passage suffisant pour ne pas provoquer d'encombrement.

Il nous semble que la réaction si caractéristique de l'indice chez les adolescents témoigne en faveur d'un état de la vaso-motricité particulier à des sujets de cet âge, qui présentaient dans leur constitution physique une grande dissemblance avec les adultes sur qui nous avons expérimenté et chez lesquels les vaso-moteurs n'offriraient plus déjà les mêmes réactions sous des influences semblables. Nous avons attiré l'attention sur ce fait au cours de cette

étude. Nous aurons encore l'occasion de le vérifier dans la suite.

Couché. Courbes (4) et (5). — Dans la position couchée, la dénivellation apporte des modifications différentes de celles que nous avons observées debout. Il va sans dire que nous prenons comme point de comparaison les données de la courbe (4), celle qui a été enregistrée dans le décubitus, main au cœur. Il est vrai que la dénivellation n'est plus de même grandeur. Si nous faisons la différence relevant de la seule pesanteur et répondant à l'intervalle qui sépare la surélévation maxima de chacune des deux positions couché et debout, nous constatons malgré cela une dissemblance dans les variations qui s'effectuent de (1) à (2) et de (4) à (5).

Chez les adultes : Ce qui est frappant, quand on examine le graphique I (*fig. 3*), c'est la grandeur de la pression différentielle en (5), qui dépasse même celle de (4), tandis que celle de (2) est bien moindre que celle de (1). Et en opposition à ces dissemblances, l'indice oscille autour des mêmes valeurs de (1) à (2) et de (4) à (5), sauf une légère tendance à diminuer dans ce dernier cas.

Contrairement à ce que nous avons observé debout, la chute de la Mx (22 mm.), paraît inférieure à celle qu'aurait fait prévoir la pesanteur agissant seule (30 mm.) et est moins importante que la baisse de la Mn, alors que debout elle dépassait cette dernière du double. N'est-ce pas une preuve de modifications appréciables dans le régime circulatoire quand le corps passe de l'orthostatisme au décubitus ? Il est manifeste que la perte de force impulsive du cœur, au niveau du membre en élévation, est de beau-

coup moindre pour la position couchée, tout en tenant compte d'une dénivellation plus faible, et de ce que l'écoulement sanguin dans les capillaires rencontre peu de résistance, ainsi qu'en témoigne le niveau très bas de la Mn.

Tout en attribuant à la grandeur de chute de la Mx, provoquée par la surélévation du membre, l'équivalence d'une perte partielle de cette énergie développée par la contraction ventriculaire, qui à chaque systole s'élève non seulement au niveau de la pression constante du fleuve sanguin, mais le dépasse d'une valeur qui s'exprime par la pression différentielle, on est amené à penser que les causes de cette perte sont d'origine essentiellement périphérique et particulièrement d'ordre local. Or, si dans la surélévation en attitude verticale des influences viennent jouer qui modifient, en l'amointrissant, la pression différentielle existant en dehors de toute dénivellation et que l'action de la seule pesanteur n'aurait pas dû transformer, il en va tout autrement dans l'attitude horizontale où ces influences paraissent avoir laissé place à d'autres qui joueraient un rôle opposé, puisqu'alors la pression différentielle s'accroît au lieu de diminuer. Cela semble bien la preuve que le décubitus entraîne d'assez grands changements dans le domaine de la circulation périphérique.

Chez les adolescents : Les dissemblances sont ici moins marquées avec les adultes. La Mx s'abaisse encore beaucoup, bien que dans de moins grandes proportions que debout. La Mn diminue toujours d'une valeur moindre que la Mx, mais suivant la proportion relative à l'effet de la pesanteur. Et comme dans l'orthostatisme, l'indice se réduit d'une bonne division du cadran.

Le décubitus aurait donc chez ces sujets une influence moins marquée que chez les autres dans la détermination des variations qu'il provoque, notamment en ce qui concerne la Mx dont la valeur en (5) montre qu'il y a encore un certain degré d'absorption de la force impulsive du cœur, contrairement à ce que nous avons vu chez les adultes.

De plus, l'indice, par sa chute, montre une réaction semblable à celle sur laquelle nous avons attiré l'attention en attitude verticale, s'opposant encore à ce qui se passe chez les autres sujets plus âgés.

2°. — **Surélévation maxima après les exercices.** — Les variations que nous avons notées à la suite des exercices ne nous ont pas paru très différentes de celles qui les ont précédés.

Adultes : La chute plus accentuée encore de la Mx (de 62 mm. pour l'orthostatisme) indique que non seulement les effets hypertenseurs du travail musculaire constatés en (1) *bis* ne s'opposent pas à la perte d'énergie systolique relative causée par la dénivellation en hauteur dans le membre exploré, mais encore semblent être une condition favorable à cette perte.

Il est vrai qu'on peut supposer que déjà en (2) *bis* cette hypertension se sera atténuée, créant ainsi une variation plus grande que lorsque les conditions expérimentales permettaient de ne pas tabler sur l'influence du repos. Mais si l'égalité de niveau des pressions systoliques en (2) et (2) *bis* devait être attribuée à un retour complet de la tension artérielle à son état primitif, comment expliquer la baisse qui se produit aussi dans la dénivellation en attitude horizontale, soit de (5) à (5) *bis* ? Il est probable

que l'accélération du rythme cardiaque et la réduction de volume des ondes ventriculaires interviennent dans ces diverses modifications.

Du côté de l'indice, signalons qu'il reprend en (2) *bis* la valeur qu'il avait en (2), mais montrant une forte diminution sur sa valeur en (1) *bis*. En outre il se trouve, pour la dénivellation dans l'horizontale, bien inférieur à ce qu'il était avant les exercices, ce qui complète les observations déjà relevées à l'égard d'une modification de la tonicité artérielle à la suite du travail musculaire.

Adolescents : De même que les exercices n'avaient pas grandement modifié la valeur de la Mx pour la moyenne des cas dans la position (1), de même les variations qu'elle subit par le fait de la dénivellation en attitude verticale sont peu marquantes. Par contre, la Mn fléchit moins qu'avant les exercices, indiquant tout de même quelques modifications circulatoires locales.

La surélévation dans le décubitus n'offre rien de particulièrement intéressant du côté de la tension artérielle. Mais l'indice présente la réduction que nous avons signalée d'autre part après les exercices.

IV. — *Influence des dénivellations au-dessous du cœur.*

Main abaissée au maximum

pour les deux attitudes verticale et horizontale.

Comparaison des données des courbes (1), (3), (4) et (6)

1°. — **Avant les exercices.** — La courbe (3) enregistrée avant les exercices dans l'attitude verticale, la main abaissée au maximum, opposée à la courbe (1) prise dans la même attitude du corps, la main au niveau du cœur, montre une ascension de la Mx de 3 cm. Hg., de la Mn de 2, 3 cm.

et un accroissement de l'indice oscillométrique qui atteint 1,2 division du cadran de l'appareil utilisé, chez les adultes, tandis que cette hausse des diverses données de la même courbe chez les adolescents atteint respectivement 2,2 cm. Hg. pour la Mx, 1,5 cm. pour la Mn et seulement 0,1 division pour l'indice. Aussi cette dernière donnée ne présente-t-elle pas une constante augmentation.

La même comparaison, faite dans la position couchée — courbes (4) et (6) —, donne des variations de même sens, mais de grandeur différente, pour l'ensemble des sujets. C'est ainsi que l'accroissement de la Mx double presque sa valeur, tandis que celui de la Mn gagne encore 1 cm. Hg. Par ailleurs, l'indice ne varie pas dans son augmentation chez les adultes, sauf un cas où il s'amoindrit, tandis qu'il marque une légère tendance à diminuer chez les lycéens.

Si l'on oppose les deux courbes enregistrées avec la main en déclivité avant les exercices — (3) et (6) —, on remarque que celle qui répond à l'attitude horizontale indique comparativement à l'autre une valeur plus élevée de la Mx dans la généralité des cas chez les adultes, mais moindre et moins fréquente chez les lycéens, une diminution de la Mn presque constante chez les adultes, moindre et moins fréquente chez les lycéens, enfin une amplification importante de l'indice de tous les sujets, mais plus marquée chez les élèves de Joinville.

2°. — **Après les exercices.** — Les mêmes observations faites à la suite des exercices donnent en général des variations de même sens, mais parfois avec des modalités différentes. Ainsi chez les adultes, si la hausse de la Mx que détermine la déclivité conserve la même valeur pour la position

couchée, elle est moindre qu'elle n'était avant les exercices pour la position debout. La même remarque, mais très atténuée, peut se faire chez les adolescents. La Mn n'offre pas de changements appréciables, et ses fluctuations suivant les attitudes demeurent à peu près partout parallèles à celles relevées avant les exercices. Quant à l'indice, au lieu de s'accroître chez les adultes, dans la position debout, il tend plutôt à diminuer légèrement dans la plupart des cas. Mais dans le décubitus il subit les mêmes variations qu'avant les exercices, et chez les adolescents il ne présente pour ainsi dire pas de modification pour ces deux attitudes.

Il en résulte, dans l'opposition des courbes (3) *bis* et (6) *bis*, pour la Mx qui répond à la position couchée, une légère diminution de son accroissement dans l'ensemble des observations, pour la Mn une légère diminution de sa chute, mais plus sensible chez les adultes, et pour l'indice on note que son amplification subit une réduction insignifiante.

Pour l'attitude verticale, main en déclivité, les données de la courbe enregistrée après les exercices comparées à celles de la courbe enregistrée avant, indiquent pour l'ensemble des sujets des modifications en plus ou en moins des Mx, Mn et de l'indice, avec cependant une inclination légère à l'accroissement de la Mx, à la diminution de la Mn chez les adultes, et à la réduction de l'indice pour les deux catégories de sujets.

Pour l'attitude horizontale, le même rapprochement indique des variations du même ordre de grandeur, c'est-à-dire peu importantes, mais de sens contraire dans leur tendance pour les Mx et Mn, tandis que l'indice inclinerait à diminuer plus encore.

A) Tableau des variations
de la Mx de (1) à (3), de (4) à (6) et de (3) à (6)

1^o Avant les exercices

<i>Joinville</i>	Variations	<i>Lycées</i>	Variations	<i>Joinville</i>	<i>Lycées</i>
(1) : 13, 2		12, 8		(1) > (3) : 0 cas	0 cas
	+ 3		+ 2, 2	— = — : 0 —	0 —
(3) : 16, 2		15		— < — : 8 —	17 —
(4) : 11, 6		11, 8		(4) > (6) : 0 —	0 —
	+ 5, 9		+ 3, 8	— = — : 0 —	0 —
(6) : 17, 5		15, 6		— < — : 8 —	17 —
de (3) à (6) :	+ 1, 3		+ 0, 6	(3) > (6) : 1 —	3 —
				— = — : 1 —	3 —
				— < — : 6 —	11 —

2^o Après les exercices

(1) ^{bis} : 14, 5		13, 2		(1) ^{bis} > (3) ^{bis} : 1 cas	1 cas
	+ 2		+ 2	— = — : 1 —	1 —
(3) ^{bis} : 16, 5		15, 2		— < — : 6 —	15 —
(4) ^{bis} : 11, 8		11, 7		(4) ^{bis} > (6) ^{bis} : 0 —	0 —
	+ 5, 6		+ 3, 9	— = — : 0 —	0 —
(6) ^{bis} : 17, 4		15, 6		— < — : 8 —	17 —
de (3) ^{bis} à (6) ^{bis} :	+ 0, 9		+ 0, 4	(3) ^{bis} > (6) ^{bis} : 1 —	6 —
				— = — : 1 —	3 —
				— < — : 6 —	8 —
de (3) à (3) ^{bis} :	+ 0, 3		+ 0, 2	(3) > (3) ^{bis} : 3 —	6 —
				— = — : 2 —	3 —
				— < — : 3 —	8 —
de (6) à (6) ^{bis} :	— 0, 1		0	(6) > (6) ^{bis} : 3 —	7 —
				— = — : 2 —	5 —
				— < — : 3 —	5 —

B) Tableau des variations
de la Mn de (1) à (3), de (4) à (6) et de (3) à (6)

1° Avant les exercices

<i>Joinville</i>	<i>Variations</i>	<i>Lycées</i>	<i>Variations</i>	<i>Joinville</i>	<i>Lycées</i>
(1) : 7, 5		7, 4		(1) > (3) : 0 cas	0 cas
	+ 2, 3		+ 1, 5	— = — : 0 —	3 —
(3) : 9, 8		8, 9		— < — : 8 —	14 —
(4) : 5, 2		5, 6		(4) > (6) : 0 —	0 —
	+ 3, 3		+ 2, 5	— = — : 0 —	1 —
(6) : 8, 5		8, 1		— < — : 8 —	16 —
de (3) à (6) :	— 1, 3		— 0, 8	(3) > (6) : 7 —	11 —
				— = — : 0 —	2 —
				— < — : 1 —	4 —

2° Après les exercices

(1) ^{bis} : 7, 4		7, 2		(1) ^{bis} > (3) ^{bis} : 0 cas	0 cas
	+ 2, 1		+ 1, 7	— = — : 0 —	0 —
(3) ^{bis} : 9, 5		8, 9		— < — : 8 —	17 —
(4) ^{bis} : 5, 4		5, 7		(4) ^{bis} > (6) ^{bis} : 0 —	0 —
	+ 3, 5		+ 2, 6	— = — : 0 —	0 —
(6) ^{bis} : 8, 9		8, 3		— < — : 8 —	17 —
de (3) ^{bis} à (6) ^{bis} :	— 0, 6		— 0, 6	(3) ^{bis} > (6) ^{bis} : 4 —	10 —
				— = — : 2 —	5 —
				— < — : 2 —	2 —
de (3) à (3) ^{bis} :	— 0, 3		0	(3) > (3) ^{bis} : 5 —	7 —
				— = — : 2 —	4 —
				— < — : 1 —	6 —
de (6) à (6) ^{bis} :	+ 0, 4		+ 0, 2	(6) > (6) ^{bis} : 2 —	4 —
				— = — : 3 —	3 —
				— < — : 3 —	10 —

C) Tableau des variations

de l'Indice de (1) à (3), de (4) à (6) et de (3) à (6)

1° Avant les exercices

<i>Joinville</i>	Variations	<i>Lycées</i>	Variations	<i>Joinville</i>	<i>Lycées</i>
(1) : 3, 4	+ 1, 2	3, 3	+ 0, 1	(1) > (3) : 0 cas	4 cas
(3) : 4, 6		3, 4		— = — : 0 —	2 —
(4) : 6, 1	+ 1, 1	5, 2	— 0, 2	(4) > (6) : 0 —	7 —
(6) : 7, 2		5		— = — : 1 —	5 —
de (3) à (6) :	+ 2, 6		+ 1, 6	— < — : 7 —	5 —
				(3) > (6) : 0 —	0 —
				— = — : 0 —	0 —
				— < — : 8 —	17 —

2° Après les exercices

(1) ^{bis} : 4, 3	— 0, 2	3	0	(1) ^{bis} > (3) ^{bis} : 3 cas	7 cas
(3) ^{bis} : 4, 1		3		— = — : 5 —	3 —
(4) ^{bis} : 5, 2	+ 1, 2	4, 4	— 0, 1	— < — : 0 —	7 —
(6) ^{bis} : 6, 4		4, 3		(4) ^{bis} > (6) ^{bis} : 0 —	7 —
				— = — : 2 —	3 —
				— < — : 6 —	7 —
de (3) ^{bis} à (6) ^{bis} :	+ 2, 3	+ 1, 3		(3) ^{bis} > (6) ^{bis} : 0 —	0 —
				— = — : 0 —	1 —
				— < — : 8 —	16 —
de (3) à (3) ^{bis} :	— 0, 5	— 0, 4		(3) > (3) ^{bis} : 4 —	10 —
				— = — : 2 —	2 —
				— < — : 2 —	5 —
de (6) à (6) ^{bis} :	— 0, 8	— 0, 7		(6) > (6) ^{bis} : 4 —	14 —
				— = — : 4 —	1 —
				— < — : 0 —	2 —

APPRÉCIATION DES FAITS

1° — **Déclivité maxima avant les exercices.** — Le tableau ci-après indique la valeur moyenne des variations théoriques de la pression sanguine, sous l'effet de la pesanteur mise en jeu par la plus grande déclivité obtenue dans chacune des deux attitudes debout et couché :

Joinville :

Sujet debout, déclivité de	45 cm.	hausse de	+ 34 mm. Hg.
Sujet couché, "	55 à 57 "	"	+ 42 "

Lycées :

Sujet debout, "	33 à 35 "	"	+ 25 "
Sujet couché, "	47 à 50 "	"	+ 37 "

ADULTES. — 1° *Debout* : L'élévation de la pression systolique semble répondre approximativement à la charge supplémentaire due à la pesanteur pour le degré de déclivité obtenu dans l'attitude verticale, alors que l'ascension de la pression diastolique ne lui est pas parallèle, mais inférieure, d'où une plus grande importance de la pression différentielle. Rien d'étonnant à ce que l'indice s'accroisse, si la tonicité artérielle n'a pas été troublée par la dénivellation.

La façon dont se comporte la Mn mérite de retenir l'attention, puisqu'elle paraît manifester que la progression sanguine dans les capillaires s'effectue plus facilement dans le territoire du membre intéressé. Marey nous en donne une explication satisfaisante¹ : « Dans les changements d'attitude des membres, c'est à l'extrémité de ceux-ci que se produisent les plus grandes dénivellations, et c'est en ces points, par conséquent, que les différences de pression

1. *Loc. cit.*, § 298.

artérielle atteignent leur maximum. Cela se traduit par une dilatation manifeste des petits vaisseaux dans les parties déclives : celles-ci rougissent parfois très fortement, tandis que l'élévation les fait pâlir. Or, la dilatation des petits vaisseaux a comme conséquence un passage plus facile du sang à travers les capillaires terminaux des membres déclives, de sorte que la pesanteur agit, pour ainsi dire, de deux façons différentes sur la circulation : d'une part, en accroissant la force impulsive du sang dans les parties déclives, d'autre part en ouvrant les voies capillaires au devant du sang et en diminuant les résistances. Inversement, l'attitude élevée des membres agit aussi de deux façons pour y ralentir la circulation. »

Il semble donc que l'élévation théorique de la Mn, devant répondre à 45 cm. de déclivité, serait diminuée d'une quantité correspondante à ce que la dilatation capillaire ainsi provoquée peut déterminer de baisse tensionnelle en diminuant les résistances au devant du courant sanguin.

2° *Couché* : Le décubitus produit une variation apparemment plus anormale. Si la pression diastolique ne s'élève encore pas jusqu'à la limite que pourrait lui faire atteindre l'addition de charge apportée par la pesanteur, la systolique dépasse largement cette limite, et la pression différentielle prend une valeur considérable — 90 mm. Hg. en (6) au lieu de 64 mm. en (4). — L'indice semblerait ne pas suivre une progression adéquate, bien qu'il s'accroisse effectivement du fait de la dénivellation, mais d'une valeur semblable à celle observée dans l'orthostatisme où nous n'avons pas relevé une telle hausse de la pression différentielle de (1) à (3). Ce n'est peut-être, d'ailleurs, qu'une apparence. Car l'extensibilité des vaisseaux, qui obéissent

aux lois de l'élasticité, ne croît pas en raison directe de la pression qui s'exerce à l'intérieur de leur paroi, et il ne faut pas oublier que la position (4) a déterminé déjà une notable distension artérielle.

De ces constatations, il résulte que le segment artériel exploré semble bénéficier d'un accroissement relatif de la force impulsive ventriculaire, du fait de la dénivellation basse, mais pour la seule position couchée. Et il est curieux de faire ce rapprochement, à savoir que si la dénivellation en hauteur paraissait déterminer au contraire une diminution de cette force impulsive, c'était uniquement pour la position debout. Ceci marque bien l'existence de modifications importantes susceptibles d'être provoquées par les changements de position du corps dans le régime circulatoire.

ADOLESCENTS. — 1^o *Debout* : Les variations sont de même ordre que chez les adultes en ce qui concerne la tension artérielle. C'est-à-dire que la Mx s'élève d'une valeur correspondante à la charge additionnelle que faisait prévoir la hauteur de la dénivellation, et qu'au contraire la Mn s'élève d'une valeur inférieure. Il en résulte un accroissement de la pression différentielle.

Par contre, l'indice n'a presque pas de tendance à augmenter, ce qui doit traduire un état particulier de la tonicité artérielle chez ces sujets, se distinguant nettement de celui des adultes. Ceci ajoute un argument de plus à ce que nous avons déjà dit à ce propos et nous en trouvons une confirmation dans les résultats qu'a apportés un observateur, M. Richard¹, qui a étudié les effets des dénivellations sur

1. RICHARD, L'épreuve de dénivellation (*Arch. des mal. du cœur*, juillet. 1921).

la tension artérielle chez des sujets d'âge différent. Il a constaté l'augmentation de l'indice oscillogométrique en position basse chez les adultes et sa stabilité de 7 à 20 ans. Il a interprété ce fait de la manière suivante : « L'augmentation de l'indice en position basse apparaît donc comme pouvant mesurer la *tonicité* d'une artère donnée, la valeur contractile de ses muscles. »

2^o *Couché* : Nous ne retrouvons pas dans le décubitus cette ascension importante de la Mx qu'avait provoquée la déclivité chez les adultes. En considération de la dénivellation obtenue dans cette attitude, la Mx et la Mn subissent une variation à peu près parallèle à celle que la déclivité avait déterminée dans l'orthostatisme, et la pression différentielle de (6) se trouve modérément supérieure à celle de (4). Ces sujets ne paraissent donc pas bénéficier, comme leurs aînés, de cet accroissement relatif de la force impulsive cardiaque dans le membre déclive pour la position horizontale. Aussi, ne s'attend-on pas à voir chez eux une augmentation de l'indice plus importante que de (1) à (3). Bien mieux, cet indice a une tendance plus grande encore à s'amoindrir, renforçant ainsi la réaction d'hypertonicité artérielle sous l'effet de la déclivité, accentuant le contraste avec les adultes.

En résumé, l'opposition des deux classes de sujets, relativement aux effets produits par la déclivité du membre exploré, fait ressortir des différences nettes dans les variations de la Mx pour la position couchée, et dans celles de l'indice pour les deux attitudes debout et couché.

2^o. — **Déclivité maxima après les exercices.** — Les variations de la tension artérielle provoquées par les dénivellations basses, soit debout, soit couché, n'ont pas subi de

modifications notables sous l'influence des exercices, et ne valent pas d'être l'objet de considérations particulières. Notons toutefois que l'influence du repos paraît s'être fait sentir dès la 3^e mesure — 3 *bis* — sur la pression systolique dont on note encore la décroissance relative en (6) *bis*. Ceci s'applique à l'ensemble des sujets.

En ce qui concerne l'indice, nous trouvons quelques différences dans ses réactions, qui ne sont d'ailleurs que la confirmation de ce que nous avons déjà observé à l'occasion de l'étude des autres courbes après le travail musculaire. Cet indice est inférieur en (3) *bis* et en (6) *bis* à ce qu'il était en (3) et en (6), et cela chez les adultes comme chez les adolescents. Si cette réduction relève, en partie tout au moins, d'actions purement mécaniques dépendant des conditions de l'écoulement du sang dans les artères — soumis au rythme cardiaque, à son débit dans l'unité de temps et à chaque systole, à la vitesse, à la progression dans les capillaires — il paraît bien aussi que la vasomotricité intervienne, soit qu'à la suite des efforts le tonus artériel se trouve plus vigilant, moins influençable, en sorte que les actions inhibitrices (compressions répétées) auraient moins de prise sur lui, soit qu'il se trouve même exacerbé. Dans le cas particulier des dénivellations basses, nous constatons que pour une pression différentielle plus grande après les exercices, surtout chez les adultes, en attitude verticale, l'indice s'est amoindri, alors que les changements des valeurs de la tension artérielle, dans le sens indiqué, impliquent un accroissement de la force impulsive du sang.

CONCLUSIONS

L'étude des variations de la tension artérielle, par la méthode oscillométrique, dans les changements d'attitude, — orthostatisme et décubitus dorsal, d'une part, surélévation maxima et déclivité maxima du segment artériel exploré par rapport au plan horizontal passant par le cœur, d'autre part — immédiatement avant et sitôt après une leçon d'éducation physique, chez des hommes de 20 à 21 ans, fortement constitués, et chez des adolescents de 14 à 16 ans $\frac{1}{2}$, donne les résultats comparatifs suivants :

1°. Avant les exercices, dans la position debout, main au cœur, la Mx est légèrement moins élevée chez les adolescents que chez les adultes. La Mn est sensiblement égale pour les deux classes de sujets, de même que l'indice oscillométrique.

Le rythme des pulsations est bien plus élevé chez les adolescents (en moyenne de 19 pulsations).

2°. Une série de 7 mensurations consécutives d'une durée de 10 à 13 minutes, avant les exercices, détermine sur la dernière d'entre elles, prise dans les mêmes conditions d'attitude que la première, une baisse très fréquente de la Mx et de la Mn attribuable à la vaso-dilatation locale, sous l'effet des compressions répétées du brassard explorateur. Cette réaction, connue sous le nom de phénomène

de la tension résiduelle, paraît moins marquée pour la Mx chez les adolescents dont l'indice a également moins de tendance à s'accroître que chez les adultes.

3° La première mesure qui suit la leçon de gymnastique montre une élévation souvent notable de la Mx des adultes, moins importante chez les jeunes gens, avec en général stabilité de la Mn. L'indice s'amplifie chez les premiers, diminue plutôt chez les seconds.

Le pouls s'est partout accéléré.

Après 10 à 13 minutes de repos, à la fin de la 7^e mesure, l'accélération du pouls ne s'est presque pas atténuée.

4° Avant les exercices, le décubitus dorsal provoque une diminution importante de la Mx, plus importante encore de la Mn, une grande extension de l'indice et le ralentissement du pouls, pour l'ensemble des sujets.

Des variations de même sens, sinon de même grandeur, se manifestent à la suite des exercices, les données de la courbe oscillométrique prise dans le décubitus, main au cœur, montrant des valeurs presque semblables à celles de la courbe similaire enregistrée avant le travail. Toutefois, l'indice est bien moins développé.

5° En attitude verticale, la dénivellation maxima au-dessus du cœur détermine une baisse de la Mx et de la Mn. Cette baisse ne se fait pas parallèlement pour ces deux valeurs, la diminution de la Mx étant de beaucoup plus importante et ne semblant pas en rapport avec la perte de charge statique relative au degré de surélévation, surtout chez les adolescents. L'indice de ces derniers s'amoin-drit ; celui des adultes reste stationnaire.

Les variations sont de même ordre après les exercices, avec cette fois diminution de l'indice chez les adultes.

6° En attitude horizontale, la dénivellation maxima au-dessus du cœur cause des variations moins dissemblables de la Mx et de la Mn. Si l'on ne tient compte que des effets de la pesanteur, la Mx des adultes paraît s'abaisser insuffisamment et celle des adolescents avec encore un peu d'excès. L'indice des premiers tend à peine à diminuer, celui des seconds se réduit beaucoup.

Modifications négligeables après le travail musculaire.

7° En attitude verticale, la dénivellation maxima au-dessous du cœur donne pour l'ensemble des sujets une élévation de la pression systolique en rapport avec l'addition de charge statique qu'elle provoque, et une élévation de la diastolique de moindre valeur. Accroissement de l'indice chez les adultes, stabilité chez les jeunes.

Peu de modifications à la suite des exercices.

8° En attitude horizontale, la dénivellation maxima au-dessous du cœur détermine une ascension très forte de la Mx chez les adultes, faible au contraire de la Mn pour l'ensemble des sujets. L'indice des adultes s'accroît beaucoup, celui des adolescents tend à diminuer.

Modifications insignifiantes après les exercices.

De l'ensemble de ces constatations, il nous paraît intéressant de retenir :

L'influence des compressions répétées qui déterminent le phénomène de la tension résiduelle, celle-ci pouvant porter aussi bien sur la Mn que sur la Mx.

L'effet hypotenseur du décubitus, prédominant sur la Mn, et s'accompagnant de ralentissement du pouls et de l'accroissement de l'indice oscillométrique.

Le défaut de parallélisme dans les variations de la Mx et de la Mn dans les dénivellations en déclivité maxima ou en surélévation maxima, pour chacune des deux attitudes debout et couché.

Une différence notable dans la grandeur de ces variations tensionnelles dans le décubitus, pour ces mêmes dénivellations, entre les adultes et les adolescents, de telle sorte que la pression différentielle est inférieure chez les adolescents.

L'accélération des contractions cardiaques, à la suite d'une leçon ordinaire d'éducation physique n'ayant pas déterminé de fatigue, et le maintien presque intégral de cette accélération après 10 à 13 minutes de repos, tandis qu'une élévation momentanée et plus ou moins importante de la Mx (adultes et quelques adolescents), la Mn restant stable, se sera dissipée au bout de cette même période de repos, et que l'indice, d'abord accru dans certains cas (adultes), tend dès la 2^e ou 3^e mensuration à se trouver inférieur à ce qu'il était avant cette leçon pour des explorations de même nature.

Que si cette réaction d'indice après les exercices peut être attribuée à un renforcement du tonus artériel, il faut aussi faire la part du rôle possible de l'accélération cardiaque, du débit ventriculaire à chaque systole et de la vitesse d'écoulement du sang.

Enfin les variations portant sur la tension artérielle, le pouls et l'indice, sont parfois dissemblables, le plus souvent de grandeur différente, pour les adultes et les adolescents. Il est à noter surtout que ces derniers ont une tendance à présenter des réactions d'indice bien plus faibles que les adultes, quelquefois de sens opposé, et traduisant en général une tonicité artérielle plus grande ou tout au moins une réactivité vaso-motrice plus sensible.

Vu : *le Doyen*,
ROGER.

Vu. Bon à tirer
Le président,
Charles RICHEL.

Vu et permis d'imprimer
Le Recteur de l'Académie de Paris,
P. APPELL.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE R. et MOULINIER R. — Problèmes d'oscillométrie médicale : calcul pour servir à l'étude des courbes (*Soc. de biol.*, Séance du 9 nov. 1920).
- Courbes oscillométriques étudiées en fonction des variations des charges statiques de l'artère (*Gazette heb. des Sc. méd. de Bordeaux*, 12 déc. 1920).
- Problèmes d'oscillométrie médicale : courbes oscillométriques et dynamique cardiaque (*C. R. Soc. de biol.*, 1921, p. 696).
- AMBLARD (de Vittel). — Appréciation clinique de la valeur fonctionnelle du ventricule gauche du cœur, par l'étude des modifications apportées à la circulation artérielle par l'effort (*Paris-Médical*, 18 août 1917).
- AUBERTIN CH. — La notation de la tension artérielle et la courbe oscillométrique (*Presse médicale*, 18 février 1920).
- BANNELOS et PORTELA. — Influence de l'exercice physique sur la pression artérielle (Analyse in *Archives des maladies du cœur*, 1921, p. 267).
- BARRINGER. — Études sur la capacité fonctionnelle du cœur (*Arch. of internal medicine*, déc. 1917).
- Les réactions circulatoires à l'effort gradué chez les sujets normaux et ceux atteints d'insuffisance cardiaque (Analyse in *Archives des maladies du cœur*, 1919, p. 100).
- BAZIN. — Contribution expérimentale à l'étude de la tension artérielle (*Thèse de Paris*, 1912-1913).
- BILLARD (de Clermont-Ferrand). — Le pouls « tâté » à l'oscillomètre sphygmométrique du Professeur V. Pachon (*C. R. Soc. de biol.*, 24 nov. 1917).
- La courbe oscillométrique obtenue avec l'oscillomètre sphygmométrique de Pachon (*le Journal médical français*, septembre 1919).
- CHABROL. — Les mécanismes nerveux régulateurs de la pression artérielle (*Thèse d'Alger*, 1921).
- CHAILLEY-BERT et J.-P. LANGLOIS. — Pression artérielle et travail musculaire (*C. R. Soc. de biol.*, 1921, p. 725).
- DEADBORN (VAN NESS). — Pression artérielle dans les exercices physiques et chez les sujets entraînés (*Americ. Physical Education Review*, juin et octobre 1915).
- DELAUNAY. — La courbe oscillométrique, son étude analytique (*Gazette heb. des Sciences méd. de Bordeaux*, 28 oct. 1917 et 24 nov. 1918).

- ESMEIN. — Les épreuves fonctionnelles d'effort pour le cœur (*le Journal médical français*, mai 1918).
- GALLAVARDIN. — La tension artérielle en clinique (*Masson*, 2^e éd., 1920).
- Modifications tensionnelles dans l'effort et bibliographie in la tension artérielle en clinique (2^e éd., p. 242-246 et 258-259).
- Moyens d'exploration de la capacité fonctionnelle du cœur (*le Journal de médecine de Lyon*, 20 août 1920).
- GALLAVARDIN et HAOUR. — Baisse systolique de la tension artérielle au moment de la mensuration (*Archives des maladies du cœur*, fév. 1912).
- HEITZ JEAN. — Étude comparée des oscillations fournies par le Pachon sur les différentes artères des membres chez le sujet normal (*Archives des maladies du cœur*, 1916, p. 15).
- La Mn dans les différentes artères des membres chez le sujet normal (*Archives des maladies du cœur*, 1916, p. 382.)
- HILL et ROWLANDS. — La pression sanguine systolique dans les changements de position (*Heart*, III, 1912, p. 219-232).
- JOLTRAIN et BAUFFLE. — Épreuve de la marche dans l'appréciation de la valeur fonctionnelle du myocarde (*Soc. méd. des Hôpitaux de Paris*, 12 juillet 1918).
- KÆSSLER (M^{lle}). — L'oscillométrie appliquée à l'étude de la tension artérielle chez les enfants (*Thèse de Paris*, 1912).
- LANGLOIS J.-P. et MOURGEON. — Etude oscillométrique de la tension artérielle suivant les attitudes, avant et après l'exercice (*C. R. Soc. de biol.*, avril 1922).
- LAUBRY et LIDY. — Les variations du rythme cardiaque et de la pression artérielle dans l'orthostatisme, l'effort et la fatigue (*Archives des Maladies du cœur*, février 1917).
- LAUBRY et LECONTE. — La tension artérielle dans l'instabilité cardiaque. (*Soc. méd. des Hôpitaux*, 11 juillet 1919).
- LANDER BRUNTON. — Thérapeutique de la circulation (*Traduction de la deuxième édition anglaise, par le Dr A. Françon*, Alcan, 1919).
- LEE R. J. — Détermination de la pression sanguine chez les jeunes gens mâles (moyenne chez 662 sujets normaux : 120/80). — (*Boston med. and surg. Journal*, 7 oct. 1915).
- LÈGER. — Contribution à l'étude du critère oscillométrique considéré comme critère d'entraînement (*Thèse de Bordeaux*, 27 mars 1914).
- LIAN C. — Épreuve d'aptitude cardiaque à l'effort (*Presse médicale*, 7 déc. 1916).
- De l'interprétation de l'épreuve d'aptitude cardiaque à l'effort (*Gazette des Hôpitaux*, 15 mai 1919).
- LÈPER. — La tension artérielle pendant la digestion (*Archives des maladies du cœur*, 1912, p. 224).
- MACPHAIL. — L'influence de l'exercice sur l'appareil circulatoire (*The British med. Journ.*, oct. 1915).
- MAREY. — La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies (*Masson*, 1881).
- MARTINET A. — Épreuve fonctionnelle circulatoire. Appréciation de la puissance de réserve du cœur (*Presse médicale*, 20 janvier 1916).

- DE MEYER. — Les méthodes modernes d'examen du cœur et des vaisseaux (*Baillière*, Paris, 1914).
- MIDDLETON W. — Influence de l'entraînement athlétique sur la pression sanguine (Analyse in *Archives des maladies du cœur*, 1916, p. 411).
- MOUGEOT (de Royat). — De l'exactitude des mensurations sphymomanométriques (*Presse médicale*, 16 mars 1921).
- MOULINIER. — Variations des valeurs des pressions artérielles suivant les positions données aux membres. Données cliniques fournies par cette méthode ; son application à l'étude des états de shock, résultats (*Journ. de Physiol. et de Path. gén.*, 6 janvier 1918).
- D'OELSnitz. — Les applications pratiques de l'oscillométrie dans un centre neurologique pendant la guerre (*le Journal médical français*, octobre 1919).
- D'OELSnitz et CORNIL L. — Étude oscillométrique des réactions vasomotrices d'un segment de membre après compression par la bande d'Esmarch (*C. R. soc. de biol.*, 22 février 1919).
- PACHON. — Sur la méthode des oscillations et des conditions correctes de son emploi en sphymomanométrie clinique (*C. R. Soc. de biol.*, 8 mai 1909).
- Oscillomètre à grande sensibilité et à sensibilité constante (*C. R. Soc. de biol.*, 15 mai 1909).
 - Education physique et critères fonctionnels. Les valeurs de la pression artérielle, critère d'entraînement (*C. R. Soc. de biol.*, 14, 21 et 23 mai 1910).
 - Sur l'insuffisance de l'étude isolée du pouls pour juger de l'état d'entraînement. Valeur comparée de la sphymomanométrie (*C. R. Soc. de biol.*, 28 mai 1910).
 - La mesure de la pression artérielle par la méthode des oscillations. L'oscillométrie pratique (*Paris-Médical*, 1^{er} juillet 1911).
 - L'oscillométrie : sa spécificité et son champ d'information (*le Journal Médical français*, septembre 1919).
 - Sur le critère de la Mn dans la méthode oscillométrique (*C. R. Soc. de biol.*, 14 mai 1921).
- PRÉVEL. — Le réflexe abdomino-cardiaque. Essai sur l'un des facteurs de l'accélération cardiaque osthostatique (*Paris-Médical*, 1917, p. 138).
- Les variations de la masse sanguine étudiée au point de vue clinique. La masse stagnante et la masse circulante (*Paris-Médical*, 29 sept. 1917).
- PRON. — Variations de la pression artérielle et de l'amplitude des pulsations dans la station debout et le décubitus (*C. R. Soc. de biol.*, 1918, p. 691).
- RAPPORT. — La pression artérielle systolique après l'exercice, avec remarques sur la capacité cardiaque (*Arch. of internal médecine*, 15 juin 1917).
- RICHARD G. (de Royat). — L'épreuve de dénivellation (*Archives des maladies du cœur*, juillet 1921).
- SCHUTZ. — Pouls et pression du sang dans les diverses positions (épreuve fonctionnelle du cœur). — (*Deutsch. med. Woch.*, 1915, analyse in *Archives des maladies du cœur*, 1917, p. 476).

- SEWAL HENRY. — Rapports cliniques entre l'attitude et la circulation (*American Journal of the med. Sciences*, avril 1916).
- SMITHE. — Effets d'un exercice modéré sur la pression sanguine (*Practitioner, London*, avril 1919, p. 205).
- TIXIER (de Nevers). — Les variations normales et anormales de la tension artérielle humérale au cours des mensurations prolongées (méthode auscultatoire). Leurs causes probables et leur valeur possible comme épreuve fonctionnelle vaso-motrice (*Archives des maladies du cœur*, août 1919).
- VAQUEZ. — Épreuves fonctionnelles du cœur, in Rapport sur l'insuffisance cardiaque (*Congrès de Londres*, 1913, p. 159-160).
- VAQUEZ et DONZELOT. — L'aptitude fonctionnelle cardiaque du soldat (*Annales de Médecine*, juillet 1917).
- WILSON. — Les réactions circulatoires par l'exercice gradué chez les enfants normaux (*American Journal of diseases of children*, septembre 1920).
- WOILLEZ. — Contribution à l'étude de la courbe oscillométrique (*Thèse de Paris*, 1920).
-

